



Alexandra Raquel Lavouras Teles

Licenciatura em Ciências de Engenharia Biomédica

Processamento de Sinais Eletroencefalográficos Durante Protocolo Experimental de Teste de Interferência de Stroop

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Biomédica

Orientador: Dr. Antonio Fernando C. Infantes, Ph.D., UFRJ - PEB
Co-orientadores: Dr. Maurício Cagy, D.Sc., UFRJ - PEB
Dr. Mário Secca, Prof. Associado, FCT-UNL

JÚRI

Presidente: Dra. Maria Adelaide Jesus, Prof. Catedrática, FCT-UNL
Vogais: Dra. Carla Quintão Pereira, Prof. Associada, FCT-UNL (Arguente)
Dr. Mário Secca, Prof. Associado, FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Abril 2013

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Biomédica

Processamento de Sinais Eletroencefalográficos Durante Protocolo Experimental de Teste de Interferência de Stroop

Alexandra Raquel Lavouras Teles

Orientador: Professor Antonio Fernando C. Infantsi

Co-orientador: Professor Maurício Cagy

Co-orientador: Professor Mário Secca

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Nova de Lisboa

Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE - PEB
Abril de 2013

Direitos de Cópia

A Faculdade de Ciências e Tecnologia, a Universidade Nova de Lisboa, o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia e a Universidade Federal do Rio de Janeiro têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

"A grande sabedoria, penso eu, é ter um sentido relativizado de tudo. Não dramatizar nada."

José Saramago

Agradecimentos

Ao Professor Antonio Infantsi por me ter aceite como sua aluna sem me conhecer previamente; por ter despendido muito do seu precioso tempo na orientação deste meu trabalho; por partilhar a sua grande experiência em Engenharia Biomédica; pela sua paciência comigo e pelo incentivo quando as coisas não correram bem.

Ao Professor Maurício Cagy pela dedicação, paciência, motivação e palavra amiga; pela sua enorme ajuda em todo o procedimento experimental e, principalmente, no processamento dos sinais. Sem ti não teria conseguido.

Ao Professor Paulo Guimarães de Silva pela sua disponibilidade e experiência na aquisição de sinais, pela companhia nas horas de almoço e pela motivação que tantas vezes precisei.

Aos meus pais que sempre acreditaram em mim, por todo o apoio incondicional e carinho que me deram até hoje. Obrigado pelo esforço que fizeram para suportar financeiramente esta aventura. Obrigado pela contribuição para o meu crescimento pessoal e académico.

Ao Ricardo Freitas por tudo.

À Cida e à Liliana pela amizade que criamos, pela motivação e pelos "puxões de orelhas" quando precisei. Pelos choros, pelas gargalhadas, pelos jantares, pelas caminhadas, enfim, por terem sido a minha companhia no Rio de Janeiro. Juntas e Misturadas sempre.

À família Lavouras, principalmente à Minda e ao Márcio, que me "levantaram" quando estava prestes a desistir. Obrigado por me receberem em vossa casa. Obrigado pelo vosso tempo, carinho, paciência, dedicação e preocupação.

Aos meus colegas e amigos de Portugal que mesmo à distância me apoiaram e incentivaram a terminar esta etapa da minha vida! Obrigado principalmente à Ana Rita Rosa, ao Luís Martins e Bárbara Oliveira que se disponibilizaram sempre para me ajudar, perdendo o vosso tempo e paciência com uma tese que não é a vossa. Obrigado pelas vossas palavras Rita e Bárbara. Obrigado pela tua criatividade Luís. Vocês foram cruciais na minha vida académica. Obrigado por eu poder dizer que tenho três amigos para a vida toda. O jantar está a chegar!

Ao pessoal do PEB em geral que me fizeram sentir como se estivesse na minha faculdade. Obrigado por grande parte de vocês se terem voluntariado para participar neste meu estudo. A vossa ajuda foi crucial!

A todos, um muito obrigado por terem tornado esta minha aventura numa experiência única e inesquecível.

Resumo

O conhecido Teste de Stroop tem vindo a ser amplamente utilizado no estudo da atenção. Com o auxílio da técnica da Eletroencefalografia, o teste permite estudar a reação eletrofisiológica de um indivíduo perante uma situação de conflito ou interferência. O trabalho apresentado nesta dissertação de mestrado pretende dar continuidade a um estudo previamente desenvolvido na Universidade Federal do Rio de Janeiro, sendo o principal objetivo o de determinar se a dominância manual de um determinado indivíduo influencia a interferência detetada numa versão simplificada do teste de Stroop. Neste estudo, foram analisados os sinais de EEG, através do estudo dos ERP P300 e N400, e o desempenho comportamental de 39 voluntários quando submetidos a uma versão simplificada do Teste de Stroop com modalidade de resposta manual. O fenómeno de interferência foi claramente documentado, tendo este exibido uma pequena relação, embora não significativa, com a dominância manual dos voluntários. Adicionalmente, foi encontrado efeito de treino no decorrer da experiência, sendo esta ocorrência esperada em qualquer teste comportamental. Os potenciais analisados apresentaram maiores amplitudes quando deflagrados pelo tipo de estímulo Não-Coincidente, principalmente nas regiões centro-parietais. As médias das latências dos ditos potenciais não diferiram entre os tipos de estímulos, estando de acordo com a literatura. A correlação eletrofisiológica do fenómeno de interferência (ERP Não-Coincidente - ERP Coincidente) consistiu numa positividade num intervalo em torno dos 400 ms, seguida de negatividade num intervalo em torno dos 500 ms. Foi também encontrada negatividade do sinal da diferença num intervalo em torno dos 600 ms, o que incentiva estudos posteriores de outros ERP (como por exemplo, o P500 e o N600). Os resultados obtidos permitiram concluir que a metodologia utilizada, isto é, que esta versão simplificada do teste de Stroop, viabiliza a sua aplicabilidade clínica, uma vez que os voluntários atingiram a rapidez e precisão necessárias para desempenhar a tarefa, não tendo sido necessárias várias sessões de treino.

Palavras Chave: Teste de Stroop, Dominância Manual, P300, N400, ERPs

Abstract

The Stroop Test has become very popular and is widely used in the study of attention. Together with the Electroencephalography technique, the Stroop Test allows to explore one's electrophysiological reaction to a moment of conflict or interference. The work presented in this thesis is, in itself, a continuation of a previous study developed in the Federal University of Rio de Janeiro, and intends to determine whether the detection of interference through a simplified version of the Stroop Test is influenced by one's right- or left-handedness. In this study, 39 volunteers were subjected to a proposed simplified version of the Stroop Test with manual response. The results are based on the analysis of the gathered EEG signals, through the study of the Event-Related Evoked Potentials (ERPs) P300 and N400, and also on the analysis of their behavioural performance. The results show that a significant interference effect is registered, and, although it is not significant, there is, in fact, a relation between the detected interference and the subjects' right- or left- handedness. In addition, and as expected, the "learning effect" has a distinct influence throughout the whole experience. The analysed ERPs were found to have greater amplitudes when in presence of the Non-Coincident stimulus, mainly in the central-parietal regions of the brain. No differences were found in the ERPs' latencies average values when classified according to the different types of stimuli, which is in accordance with the literature. The difference wave (Non-Coincident ERP - Coincident ERP) was found to be positive within the time-interval around 400 ms, and negative around 500 ms. The difference wave was also found to be negative within the time-interval around 600 ms, which suggests that further studies with other ERPs (such as P500 and N600) are relevant. In conclusion, taking in consideration that it was not necessary to perform several training sessions, the results show that the proposed simplified version of the Stroop Test may become a standard in clinical practice, since all the volunteers were able to reach the necessary speed and precision while carrying out the required tasks.

Keywords: Stroop Test, Hand Dominance, P300, N400, ERPs

Lista de unidades e símbolos

A lista que segue contém as unidade e símbolos usados ao longo desta dissertação.

mm	Milímetro(s)
cm^2	Centímetro(s) quadrado(s)
μV	Microvolt(s)
$K\Omega$	KiloOhm(s)
Hz	Hertz
ms	Milissegundo(s)
$^{\circ}C$	Graus Celsius
cm	Centímetro(s)
min	Minuto(s)
α	Nível de Significância

Lista de acrónimos

AB	Área de Broadmann
Ag	Prata
AgCl	Cloreto de Prata
AVFP	Área Visual de Formas de Palavras
C	Coincidente
CCA	Córtex Cingulado Anterior
CPF	Córtex Pré-Frontal
DP	Desvio padrão
EEG	Eletroencefalograma
EMG	Eletromiografia
EOG	Eletrooculograma
EP	Potencial Evocado (do inglês, <i>Evoked Potential</i>)
ERD	Dessincronização relacionada a evento (do inglês, <i>Event-Related-Desynchronization</i>)
ERG	Eletrorretinograma
ERP	Potencial Evocado Relacionado com Eventos (do inglês, <i>Event Related Potential</i>)
ERS	Sincronização relacionada a evento, (do inglês, <i>Event-Related-Synchronization</i>)
GA	"Grand Average"
GA12	"Grand Average" dos blocos 1 e 2
GA34	"Grand Average" dos blocos 3 e 4
GADomCoin	"Grand Average" dos blocos Dominante-Coincidente
GADomNCoin	"Grand Average" dos blocos Dominante-Não-Coincidente
NC	Não-Coincidente
OA	Olhos Abertos
PET	Tomografia por Emissão de Positrões (do inglês, <i>Positron Emission Tomography</i>)
RMf	Ressonância Magnética Funcional
RT	Tempo de Reação (do inglês, <i>Reaction Time</i>)
SB	"Super-Bloco"
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
VEP	Potencial Evocado Visual (do inglês, <i>Visual Evoked Potential</i>)

Conteúdo

Agradecimentos	ix
Resumo	xi
Abstract	xiii
Lista de unidades e símbolos	xv
Lista de acrónimos	xvii
Conteúdo	xix
Lista de figuras	xxiii
Lista de tabelas	xxv
1 Enquadramento Teórico	1
1.1 Contextualização	1
1.1.1 Estrutura do trabalho	2
1.2 Bases neurofisiológicas	4
1.2.1 Anatomia e estrutura funcional do cérebro	4
1.2.2 Áreas cerebrais responsáveis pelo processamento da linguagem e das cores	6
1.3 Atividade bioelétrica cerebral	7
1.3.1 Atividade oscilatória eletroencefálica	8
1.3.1.1 Registo do EEG	8
1.3.1.2 Tipos de frequência no EEG num adulto normal	10
1.3.1.3 Potenciais Relacionados com Eventos (ERP)	11
1.3.1.4 Processamento de sinais no domínio do tempo - Método da média coerente entre as realizações	14
1.4 Teste de Stroop	16
2 Materiais e Métodos	25
2.1 Casuística	25

2.2	Procedimento Experimental	26
2.3	Aquisição dos dados	28
2.3.1	Dados comportamentais	28
2.3.2	Dados de EEG	28
2.4	Pré-processamento dos dados	28
2.4.1	Dados comportamentais	28
2.4.2	Dados de EEG	29
2.5	Processamento dos dados	30
2.5.1	Dados comportamentais	30
2.5.2	Dados de EEG	33
3	Apresentação de Resultados	35
3.1	Resultados comportamentais	35
3.1.1	Fenómeno de Interferência de Stroop	37
3.1.2	Relação entre dominância manual e fenómeno de interferência	39
3.1.3	Efeito de treino ou fadiga entre os blocos	40
3.1.4	Relação entre efeito de treino e desempenho dos voluntários	41
3.1.5	Comparação Canhotos vs Destros	43
3.1.6	Correlação entre variáveis comportamentais e variáveis de casuística	47
3.1.6.1	Correlação entre "Género" e as variáveis comportamentais	47
3.1.6.2	Correlação entre "Idade" e as variáveis comportamentais	47
3.1.6.3	Correlação entre "Nível de Escolaridade" e as variáveis comportamentais	48
3.2	Resultados de EEG	51
3.2.1	<i>Grand Average</i>	51
3.2.1.1	Blocos 1 e 2	51
3.2.1.2	Blocos 3 e 4	52
3.2.1.3	Blocos Dominante-Coincidente	53
3.2.1.4	Blocos Dominante-Não-Coincidente	54
3.2.2	Análise dos ERPs P300	54
3.2.2.1	Blocos 1 e 2	55
3.2.2.2	Blocos 3 e 4	56
3.2.2.3	Blocos Dominante-Coincidente	57
3.2.2.4	Blocos Dominante-Não-Coincidente	57
3.2.3	Análise dos ERP N400	58
3.2.3.1	Blocos 1 e 2	59
3.2.3.2	Blocos 3 e 4	59
3.2.3.3	Blocos Dominante-Coincidente	59
3.2.3.4	Blocos Dominante-Não-Coincidente	59

4	Discussão de Resultados	61
4.1	Resultados Comportamentais	61
4.2	Resultados EEG	64
5	Conclusões e perspectivas futuras	69
	Bibliografia	71
	Anexo A	I
	Anexo B	III
	Anexo C	V
	Anexo D	VII
	Anexo E	XVII

Lista de Figuras

1.1	Lobos cerebrais.	5
1.2	Áreas de Brodmann	6
1.3	Imagens de PET do processamento cortical de palavras	7
1.4	Posicionamento dos elétrodos no escalpe, para a aquisição de um EEG, segundo o Sistema Internacional 10-20.	10
1.5	Esquema representativo dos EPs, em resposta a um estímulo visual	13
1.6	Representação das experiências realizadas por Stroop em 1935	17
1.7	Gráfico relativo às amplitudes dos ERPs N2, P3, N3 e N4 obtidas no teste de Stroop realizado por [1]	21
1.8	Representação do modelo de duas vias paralelas de processamento aplicado ao Teste de Stroop	22
2.1	Histograma das Idades dos voluntários.	26
2.2	Fotografia à esquerda das "maniquetas" e à direita de um voluntário pronto para iniciar o teste.	27
2.3	Fotografia da touca ElectroCap.	29
2.4	Aquisição do EEG no programa desenvolvido no LAPIS	29
3.1	Histogramas referentes às variáveis comportamentais referentes à junção dos 4 blocos definidas nas Tabelas 2.1 e 2.2	36
3.2	Boxplots referentes ao tempo médio de resposta aos estímulos coincidentes (ALVO), tempo médio de resposta aos estímulos não-coincidentes (DIST) e Interferência de Stroop (IS).	37
3.3	Boxplots referentes às variáveis $MTRj$ e $MeTj$	42
3.4	Boxplots referentes às variáveis $MAlvoj$ e $MISj$	43
3.5	Boxplots referentes ao tempo médio de resposta aos estímulos coincidentes, tempo médio de resposta aos estímulos não-coincidentes e Interferência de Stroop dos canhotos (à esquerda) e dos destros (à direita).	45
3.6	Boxplots referentes às variáveis $MTRj-C$ e $MTRj-D$ (quadro superior) e $MeTj-C$ e $MeTj-D$ (quadro inferior).	47
3.7	Boxplots referentes às variáveis $MAlvoj-C$ e $MAlvoj-D$ (quadro superior) e $MISj-C$ e $MISj-D$ (quadro inferior).	49

3.8	Boxplots referentes às variáveis comportamentais de acordo com o Nível de Escolaridade.	50
3.9	"Grand Average 1 e 2". ERPs obtidos, por meio da média coerente entre todas as realizações dos blocos 1 e 2 de todos os voluntários, de acordo com o tipo de estímulo	51
3.10	Diferença entre os ERP segregados pelo tipo de estímulo não-coincidente e os ERP segregados pelo tipo de estímulo coincidente obtidos no GA12	52
3.11	"Grand Average 3 e 4"ERPs obtidos, por meio da média coerente entre todas as realizações dos blocos 1 e 2 de todos os voluntários, de acordo com o tipo de estímulo	53
3.12	Diferença entre os ERP segregados pelo tipo de estímulo não-coincidente e os ERP segregados pelo tipo de estímulo coincidente obtidos no GA34	54
3.13	"Grand Average Dominante-Coincidente"ERPs obtidos, por meio da média coerente entre todas as realizações dos blocos em que os voluntários responderam aos estímulos coincidentes com a sua mão dominante, de acordo com o tipo de estímulo	55
3.14	Diferença entre os ERP segregados pelo tipo de estímulo não-coincidente e os ERP segregados pelo tipo de estímulo coincidente obtidos no GADomCoin	56
3.15	"Grand Average Dominante-Não-Coincidente"ERPs obtidos, por meio da média coerente entre todas as realizações dos blocos em que os voluntários responderam aos estímulos não-coincidentes com a sua mão dominante, de acordo com o tipo de estímulo	57
3.16	Diferença entre os ERP segregados pelo tipo de estímulo não-coincidente e os ERP segregados pelo tipo de estímulo coincidente obtidos no GADomNCoin	58

Lista de Tabelas

2.1	Variáveis comportamentais do voluntário "i" ($i \rightarrow 1$ a 39) no bloco "j" ($j \rightarrow 1$ a 4).	30
2.2	Variáveis comportamentais do voluntário "i" ($i \rightarrow 1$ a 39) no bloco "j" ($j \rightarrow 1$ a 4). [cont.]	31
2.3	Médias dos tempos de resposta total e a cada tipo de estímulo relativo a cada voluntário (linhas) e cada bloco (colunas).	32
2.4	Médias dos erros de resposta total e a cada tipo de estímulo relativo a cada voluntário (linhas) e cada bloco (colunas).	32
3.1	Medidas estatísticas descritivas das variáveis comportamentais definidas nas tabelas 2.1 e 2.2 N=39	35
3.2	Valores-p obtidos para cada variável quando aplicado o Teste de Normalidade Shapiro-Wilk.	36
3.3	Valores-p obtidos em cada um dos quatro blocos da variável IS quando aplicado o Teste de Normalidade Shapiro-Wilk.	37
3.4	Valores estatísticos do Teste t emparelhado para diferença entre as médias DIST - ALVO.	38
3.5	Valores-p obtidos no Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, gênero e dominância manual dos voluntários que não apresentaram Interferência de Stroop.	38
3.6	Valores-p obtidos no Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, quando aplicado entre as variáveis EDIST e EALVO.	38
3.7	Blocos nos quais os voluntários responderam a cada tipo de estímulo tanto com a mão dominante como com a não-dominante.	39
3.8	Variáveis de dominância manual.	40
3.9	Medidas estatísticas descritivas das variáveis de dominância manual definidas na tabela 3.8. N=39	40
3.10	Valores-p obtidos para cada variável de dominância manual quando aplicado o Teste de Normalidade Shapiro-Wilk.	40
3.11	Valores-p obtidos nas comparações "D-EC vs ND-EC" e "D-ENC vs ND-ENC".	41
3.12	Valores-p obtidos nas comparações "D-ENC vs D-EC" e "ND-ENC vs ND-EC".	41
3.13	Evolução das variáveis MTR_j e MeT_j ao longo dos quatro blocos e respectiva avaliação através do Teste de Friedman	41

3.14	Comparação pareada, por blocos, das variáveis referentes ao tempo médio de resposta e ao número médio de erros	42
3.15	Evolução das variáveis MAI_{vj} e MIS_j ao longo dos quatro blocos e respectiva avaliação através do Teste de Friedman.	42
3.16	Comparação pareada, por blocos, das variáveis referentes ao tempo médio de resposta aos estímulos coincidentes e à Interferência de Stroop.	43
3.17	Medidas estatísticas descritivas das variáveis comportamentais referentes aos canhotos e destros e respectivos valores-p quando aplicado Teste de Shapiro-Wilk.	44
3.18	Valores-p obtidos nos testes estatísticos para amostras dependentes, referentes à diferença entre as duas amostras de tempo de resposta (Não-Coincidentes vs Coincidente) dos voluntários canhotos e destros.	44
3.19	Comparação entre as variáveis comportamentais referentes aos canhotos e aos destros.	45
3.20	Evolução das variáveis MTR_j -C, MTR_j -D, MeT_j -C e MeT_j -D ao longo dos quatro blocos e respectiva comparação através do Teste de Friedman.	46
3.21	Comparação pareada, por blocos, das variáveis referentes ao tempo médio de resposta e ao número médio de erros de resposta dos voluntários canhotos e destros.	46
3.22	Evolução das variáveis MAI_{vj} -C, MAI_{vj} -D, MIS_j -C e MIS_j -D ao longo dos quatro blocos e respectiva avaliação através do Teste de Friedman.	48
3.23	Comparação pareada, por blocos, das variáveis referentes ao tempo médio de resposta aos estímulos coincidentes e à Interferência de Stroop dos voluntários canhotos e destros.	48
3.24	Correlação entre "Gênero" e as variáveis comportamentais.	49
3.25	Correlação entre "Idade" e as variáveis comportamentais.	50
3.26	Variáveis comportamentais de acordo com o "Nível de Escolaridade".	50
3.27	Correlação entre "Nível de Escolaridade" e as variáveis comportamentais.	50
C.1	Medidas estatísticas descritivas das variáveis comportamentais referentes a cada bloco e respectivos valores-p quando aplicado Teste de Shapiro-Wilk.	VI
D.2	Latências dos P300 obtidas no GA12 e médias das latências dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	VIII
D.3	Amplitudes dos P300 obtidas no GA12 e médias das amplitudes dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	IX
D.4	Latências dos P300 obtidas no GA34 e médias das latências dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	X
D.5	Amplitudes dos P300 obtidas no GA34 e médias das amplitudes dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XI
D.6	Latências dos P300 obtidas no GADomCoin e médias das latências dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XII

D.7	Amplitudes dos P300 obtidas no GADomCoin e médias das amplitudes dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XIII
D.8	Latências dos P300 obtidas no GADomNCoin e médias das latências dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XIV
D.9	Amplitudes dos P300 obtidas no GADomNCoin e médias das amplitudes dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XV
E.10	Latências dos N400 obtidas no GA12 e médias das latências dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XVIII
E.11	Amplitudes dos N400 obtidas no GA12 e médias das amplitudes dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XIX
E.12	Latências dos N400 obtidas no GA34 e médias das latências dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XX
E.13	Amplitudes dos N400 obtidas no GA34 e médias das amplitudes dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XXI
E.14	Latências dos N400 obtidas no GADomCoin e médias das latências dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XXII
E.15	Amplitudes dos N400 obtidas no GADomCoin e médias das amplitudes dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XXIII
E.16	Latências dos N400 obtidas no GADomNCoin e médias das latências dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XXIV
E.17	Amplitudes dos N400 obtidas no GADomNCoin e médias das amplitudes dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo	XXV

LISTA DE TABELAS

1

Enquadramento Teórico

1.1 Contextualização

Tanto a disciplina de neurociência, como a própria palavra, são bastante recentes. Este facto torna-se ainda mais evidente quando se tem em consideração que a "Society for Neuroscience" foi criada apenas em 1970. Contudo, vários indícios, tais como registos da importância do cérebro para a vida humana, revelam que o estudo do cérebro, propriamente dito, remonta a tempos pré-históricos. Documentos do antigo Egipto, datados de há 5000 anos, demonstram também algum conhecimento do mesmo ao serem diagnosticados danos cerebrais através da presença de certos sintomas [2].

Uma vez que o funcionamento do cérebro é bastante complexo, foram criadas sub-áreas com o intuito de simplificar o seu estudo. São estas, a neurociência molecular, celular, estrutural e comportamental/cognitiva. Esta última tem como objetivo o estudo dos processos mentais subjacentes ao comportamento humano e essenciais na sua vida quotidiana. São exemplos destes processos, a consciência, a linguagem e a atenção [2].

Os avanços tecnológicos na área de imagiologia, proporcionados pelas várias engenharias, entre as quais a Engenharia Biomédica, permitiram o desenvolvimento de várias técnicas para observação e estudo do cérebro. A título de exemplo tem-se a Tomografia por Emissão de Positrões (PET, do inglês *Positron Emission Tomography*), a Ressonância Magnética Funcional (RMf) e o Eletroencefalografia. Graças a estas técnicas e a um enorme esforço por parte dos neurocientistas têm sido feitas várias descobertas de impacto significativo na compreensão das funções cerebrais.

No dia-a-dia, o ser humano é bombardeado com diferentes estímulos provenientes das mais variadas fontes, todavia usufrui da capacidade de atender ou focalizar apenas alguns. Esta capacidade que o cérebro possui traduz-se no processo da atenção, que permite selecionar certas informações em detrimento de outras. Trata-se de uma função cerebral de extrema importância e que detém um papel decisivo na interação humana com o meio circundante. Pode ser controlada pelo observador (controle endógeno), ou pelo meio/estímulo (controle exógeno), o que torna o ato de prestar atenção não tão simples quanto parece [3].

Em determinadas circunstâncias, pode existir uma oposição entre o controle endógeno e exógeno da atenção, o que resulta numa situação de conflito ou de interferência. Por exemplo, quando o nome de uma cor é escrito com uma cor diferente, é necessário um maior intervalo de tempo para identificar a cor da palavra. Este fenómeno é conhecido como Efeito de Stroop uma vez que foi John Ridley Stroop o primeiro a documentá-lo, em 1935. Atualmente, inúmeros estudos de atenção utilizam o Teste de Stroop, no qual esta interferência é avaliada.

Durante o Teste de Stroop, sequências de estímulos são apresentadas e com o auxílio da Eletroencefalografia é possível fazer a monitorização eletrofisiológica do fenómeno. O teste original utiliza como estímulo o exemplo acima referido e a resposta é dada verbalmente. Contudo, o tipo de estímulo e a modalidade de resposta são passíveis de alteração. Caso a resposta seja dada na forma manual, são necessárias várias sessões de treino para que o indivíduo consiga identificar o botão correspondente à cor apresentada.

Marcelo Cagy, na sua dissertação de mestrado [4], avaliou o desempenho comportamental e a sua correlação eletrofisiológica através do estudo dos ERPs (Potenciais Evocados Relacionados a Eventos, do inglês *Event Related Potentials*), em resposta a uma versão simplificada do Teste de Stroop. Esta versão consistia na utilização de apenas dois botões para identificar se os estímulos apresentados eram coincidentes ou não. Contudo, a falta de indivíduos canhotos não permitiu aferir se a interferência encontrada estava ou não relacionada com a dominância manual dos mesmos.

Esta dissertação pretende, então, dar continuidade ao estudo feito por Marcelo Cagy e tem como objetivo determinar se a dominância manual dos indivíduos possui influência na interferência detetada nesta versão manual simplificada do Teste de Stroop e, assim, avaliar se esta pode então ser usada clinicamente como instrumento de estudo/avaliação.

1.1.1 Estrutura do trabalho

A presente dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos.

No primeiro capítulo desta dissertação, a introdução, é apresentada uma breve descrição da anatomia e estrutura funcional do cérebro. São, também, referenciadas as principais áreas do mesmo que têm como função o processamento das palavras e cores. Em seguida, é feita uma sucinta exposição da técnica e sinal do Eletroencefalograma (EEG), e do modo

CAPÍTULO 1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

como o seu registo é efetuado. Os potenciais relacionados com eventos, bem como a sua detecção serão também abordados neste capítulo. Será, igualmente, apresentada uma revisão da literatura relativamente ao Teste de Stroop.

No capítulo dois, encontra-se uma descrição dos voluntários que participaram neste projeto, assim como da metodologia e protocolo experimental utilizados. É, igualmente, explicado o modo como é feito o pré-processamento e processamento dos dados comportamentais dos indivíduos e dos dados de EEG.

No capítulo três, são apresentados primeiramente os resultados relativos aos dados comportamentais e, de seguida, relativamente ao EEG.

No quarto capítulo é feita a análise aos resultados, assim como uma comparação com a literatura.

A dissertação é finalizada no capítulo cinco, onde são apresentadas as conclusões do trabalho, assim como as suas perspetivas futuras.

1.2 Bases neurofisiológicas

1.2.1 Anatomia e estrutura funcional do cérebro

O Sistema Nervoso é o principal e crucial centro de controlo, regulação e comunicação do nosso organismo [5]. Este tem a capacidade de receber informação, do meio interno e externo, através de recetores sensitivos, de interpretar estes estímulos e de aplicar uma resposta adequada aos mesmos, de modo a que seja mantido o equilíbrio interno do organismo. A este mecanismo é atribuída a designação de homeostase. Pode então assumir-se que tudo o que fazemos, pensamos ou sentimos é, consciente ou inconscientemente comandado pelo Sistema Nervoso, isto é, certas funções dependem da vontade e outras ocorrem sem se ter consciência delas.

Para que se perceba a função neuronal é necessário entender-se a estrutura do Sistema Nervoso. O Sistema Nervoso é dividido em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP), que é ainda dividido em SNP Somático e Visceral. O SNC é constituído pelo encéfalo e medula espinhal, que são completamente protegidos por osso (respetivamente, crânio e coluna vertebral). O SNP liga o SNC a outras partes do corpo e é constituído pelos nervos e células nervosas [6].

O encéfalo é um órgão muito complexo e altamente organizado, constituído pelo cérebro, cerebelo, tronco encefálico e retinas. Este é essencialmente constituído por "redes" de neurónios (cerca de 100 mil milhões) que comunicam entre si, num número ainda maior de ligações, através de sinais eletroquímicos [6]. Perceber como o encéfalo funciona é um grande desafio, mas se pensarmos no encéfalo como um computador, os fios e portas de entrada deste são os neurónios, pois são eles que, comunicando entre si, capacitam este órgão de monitorar e regular as ações e reações do nosso corpo.

As informações sensitivas recebidas são processadas em diferentes regiões do encéfalo, que são classificadas de acordo com as funções que desempenham, sendo posteriormente enviadas mensagens para o sistema motor que irá desencadear respostas específicas, musculares ou comportamentais. É importante salientar que algumas funções principais das várias partes do encéfalo já foram determinadas por vários autores, mas que nenhuma delas opera sozinha, ou seja, todas elas estão interrelacionadas [5].

A maior porção do encéfalo é o cérebro, que é o centro de grande parte das atividades conscientes de inteligência e raciocínio. Visto que este possui as áreas que desempenham funções de processamento visual, este está em grande plano neste estudo.

O cérebro é essencialmente constituído por duas substâncias diferentes: a camada exterior, de aproximadamente 5 mm de espessura, que se denomina por córtex cerebral ou massa cinzenta e outra, que ocupa o centro, a chamada substância branca. A substância cinzenta é essencialmente constituída pelos corpos celulares dos neurónios, enquanto que os seus axónios constituem a substância branca. O córtex cerebral apresenta uma superfície dobrada constituída por sulcos que delimitam os giros ou circunvoluções cerebrais. Se estes sulcos são muito profundos, denominam-se de fissuras. Estas estruturas (sulcos e giros)

aumentam a área da superfície cerebral (em cerca de 1100 cm^2), sem que haja um aumento proporcional do volume, permitindo assim que este caiba dentro do espaço disponível no crânio [5, 6].

O cérebro está dividido em dois hemisférios (direito e esquerdo) que são separados pela fissura longitudinal cerebral. Estes comunicam entre si através dos axónios do corpo caloso. Aparentemente, os hemisférios são idênticos, embora existam funções que são desempenhadas por apenas um dos hemisférios. Normalmente, o hemisfério esquerdo é responsável pela linguagem, operações de lógica e cálculo, enquanto que o outro hemisfério controla as emoções e competências artísticas. Geralmente, as funções motoras e sensitivas são "cruzadas", isto é, o hemisfério esquerdo controla e sente a parte direita do corpo, e vice-versa [5].

Por convenção, o cérebro é, também, dividido em 4 lobos (figura 1.1), que recebem o nome conforme o osso do crânio que os protege. O lobo frontal é a porção anterior de cada hemisfério e separa-se do lobo parietal pelo sulco central ou de Rolando. A fissura lateral ou de Sylvius separa o lobo frontal do lobo temporal. A porção posterior do cérebro constitui o lobo occipital.

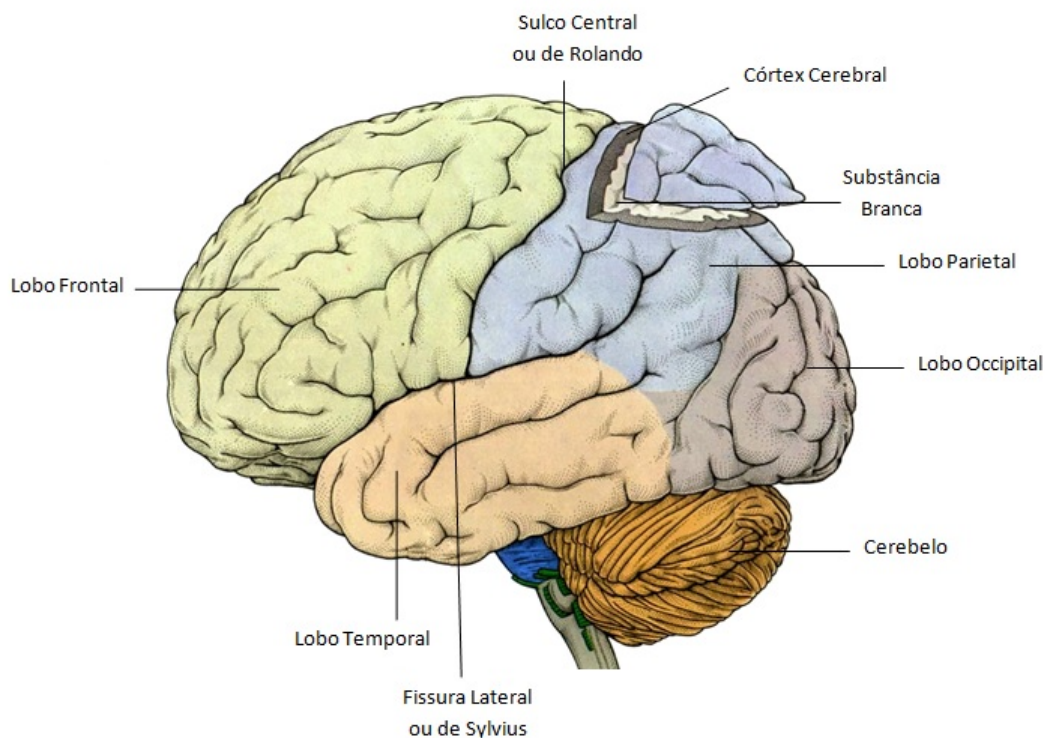


Figura 1.1: Lobos cerebrais.

As várias áreas do córtex cerebral apresentam estrutura e funções diferentes. É no lobo frontal que se encontram as áreas de controlo de movimento voluntário, tais como o córtex motor primário, a área motora suplementar e a área pré-motora. Este lobo é responsável por outras funções tais como planeamento, organização, controlo comportamental, memória de

curto prazo, resolução de problemas, criatividade e julgamento. No lobo parietal localizam-se as áreas sensoriais somáticas, sendo que este apresenta funções de memória e orientação espacial, deteção de movimento, localização de objetos e relações entre números. A percepção e o reconhecimento de estímulos auditivos têm lugar no lobo temporal, que está também associado a funções de memória, emoções, aprendizagem e linguagem. O lobo occipital tem como principal função o processamento visual [5, 6].

1.2.2 Áreas cerebrais responsáveis pelo processamento da linguagem e das cores

Em 1909, o anatomista alemão Korbinian Brodmann sugeriu que diferentes áreas corticais são responsáveis por desempenhar diferentes funções. Desta forma, apenas com base na organização cito-arquitetural de neurónios que ele observou no córtex cerebral, definiu e numerou estas áreas corticais que ficaram conhecidas como Áreas de Brodmann (ABs)(Figura 1.2), tendo estas já sido correlacionadas com diversas funções [7].

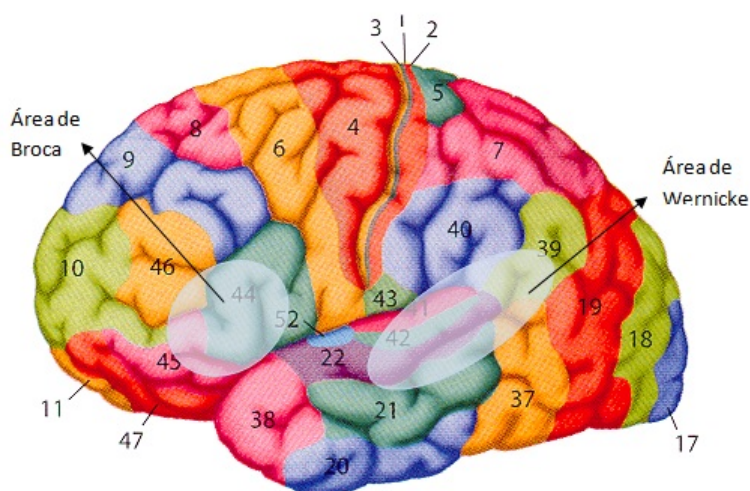


Figura 1.2: Áreas de Brodmann (adaptada de <http://mamlung.myweb.uga.edu>).

As ABs 17, 18, 19 e 37, denominadas de córtex visual primário (V1), córtex visual secundário (V2), córtex visual associativo (V3, V4 e V5) e giro fusiforme, respetivamente, são associadas, entre outras funções, ao processamento das cores e à atenção visual [7]. A evidência de que estas áreas são responsáveis pela visão cromática vem do facto de que pessoas com lesões na área V4, mais precisamente no giro lingual e giro posterior fusiforme, perdem a capacidade de discriminação das cores (estado chamado de acromatopsia) [6, 8, 9].

A região do sulco occipito-temporal esquerdo, adjacente ao giro fusiforme (AB 37 esquerda), é particularmente ativada por formas de palavras e sequências de letras, sendo chamada de "Área Visual de Formas de Palavras" (AVFP). A ativação da AVFP é estritamente visual, não variando com a localização do estímulo (se é apresentado no campo visual esquerdo ou direito) nem com o tamanho ou fonte da letra [10, 11]. Estudos realizados a adultos

com dislexia indicaram que, à parte de outras áreas, a AVFP falhou no aumento da sua atividade em resposta a formas de palavras [12, 13]. É, deste modo, associado a esta região o processamento pré-léxico e pré-semântico de palavras. Importa também salientar que, apesar da terminologia, esta região não é somente dedicada ao reconhecimento de formas de palavras, podendo também ser ativada, de uma forma gradual, na perceção de faces e objetos [14].

As áreas cerebrais mais comunmente relacionadas com o processamento da linguagem são a Área de Broca (ABs 44 e 45), situada no giro frontal inferior esquerdo, e a Área de Wernicke (ABs 22, 37, 39 e 40), que abrange a parte posterior do giro temporal superior e o giro angular esquerdos. A Área de Broca tem com principal função o controle motor da fala, enquanto que a Área de Wernicke desempenha a função da compreensão da linguagem (figura 1.2) [15].

Na figura 1.3 é possível ver, através da técnica de PET, a ativação da Área de Wernicke, e conseqüentemente, da AVFP, quando são ouvidas e observadas palavras (respetivamente) e a ativação da Área de Broca quando as palavras são ditas ou pensadas.

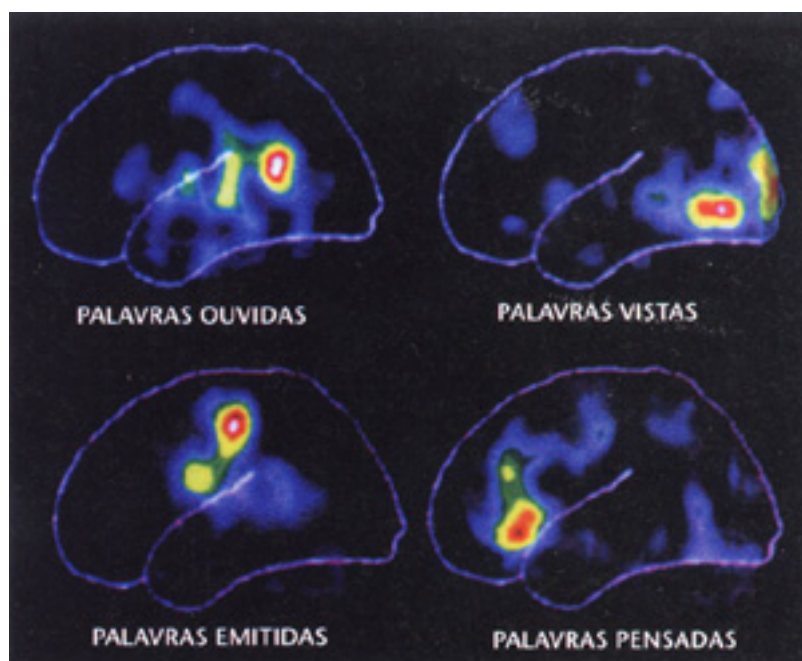


Figura 1.3: Imagens de PET do processamento cortical de palavras. Através da técnica de PET é possível ver que a circulação sanguínea, em certas regiões corticais, aumenta quando desempenhadas diferentes tarefas associadas à linguagem (adaptado de [16])

1.3 Atividade bioelétrica cerebral

O estudo do funcionamento do sistema nervoso é chamado de neurociência. Um dos maiores desafios da neurociência é perceber os mecanismos neurais responsáveis por níveis superiores da atividade mental, como por exemplo consciência, emoção, atenção, imaginação e linguagem. À investigação desenvolvida para estudos da atividade do cérebro dá-se o nome

de neurociência cognitiva. Como a atividade do cérebro é refletida no nosso comportamento, estudos comportamentais fornecem-nos informação das capacidades e limitações das funções cerebrais [2].

No teste de Stroop, a medição do tempo de resposta de cada indivíduo, ou seja a sua resposta comportamental, é uma reflexão das suas funções cerebrais. Lucrando do avanço da tecnologia é também possível obter informação sobre a atividade elétrica e intrínseca das várias regiões do cérebro, aquando realização, ou não, destas respostas comportamentais.

1.3.1 Atividade oscilatória eletroencefálica

Os neurónios constituintes do cérebro geram constantemente atividade elétrica que pode ser registada, através de eléctrodos colocados no escalpe, produzindo assim um EEG. Um padrão de EEG, comumente chamado de ondas cerebrais é a expressão coletiva de milhares de potenciais pós-sinápticos (excitatórios e inibitórios) produzidos pelas células cerebrais.

Assim, o EEG é o registo espaço-temporal da atividade elétrica do córtex cerebral [17]. Apresenta as vantagens de ser um método não-invasivo, simples de ser aplicado, de baixo custo e elevada resolução temporal, sendo muito utilizado na prática clínica. Porém apresenta a desvantagem de uma baixa resolução espacial.

No presente estudo, a utilização deste método visa auxiliar na perceção de qual a relação entre a atividade cerebral e o desempenho dos indivíduos quando submetidos ao teste de Stroop.

1.3.1.1 Registo do EEG

Como foi dito anteriormente, o registo da atividade elétrica cerebral é feito por meio de eléctrodos fixados no escalpe. Com o intuito de se obterem registos de EEG de alta qualidade, algumas considerações técnicas são importantes:

1. Os eléctrodos mais comumente utilizados são de prata e cloreto de prata (Ag/AgCl) em forma de disco. Estes apresentam as vantagens de não serem polarizados, diminuindo a aquisição sujeita a artefactos, sendo ainda de baixo custo [18];
2. A fixação dos eléctrodos no escalpe é auxiliada pela aplicação de uma pasta eletrolítica, resultando numa interface eléctrodo-eletrólito-pele. Os sinais detetados por cada eléctrodo têm origem na área da pasta que está em contacto com estes.

Desta forma, é necessário atentar à quantidade de pasta a ser aplicada: um excesso de pasta pode resultar numa área maior do que aquela circunscrita à área do eléctrodo e quando a cabeça é movida, a pasta pode espalhar-se, podendo entrar em contacto com um eléctrodo vizinho, resultando num curto-circuito entre os eléctrodos; por outro lado, se for aplicada pouca pasta, esta tende a secar mais rapidamente, resultando num contacto variável com o eléctrodo, visto que este se torna menos aderente [18, 19];

3. Antes da fixação dos elétrodos no escalpe, deve ser feita uma abrasão suave à pele de modo a ser removida a camada superficial de células mortas e óleo capilar, podendo ser atingida uma redução da impedância da pele abaixo dos 3 K Ω . Impedâncias acima dos 5 K Ω não são adequadas, de acordo com a *American EEG Society* (1994) e a *American Medical EEG Association* (1988) [19];
4. Em 1929, Hans Berger utilizou o EEG pela primeira vez em humanos, com a aplicação de apenas 2 elétrodos (na zona frontal e occipital). A observação que diferentes tipos de atividade ocorrem em diferentes áreas do escalpe, encorajou os investigadores a utilizarem um maior número de elétrodos fixados no escalpe, seguindo uma localização padronizada. Desta forma, a colocação dos elétrodos pode ser replicada e os consequentes registos EEG serem comparados de forma consistente ao longo do tempo e entre vários laboratórios.

Em 1958, o sistema padrão mais comum de posicionamento dos elétrodos no escalpe, hoje conhecido como Sistema Internacional 10/20, foi referenciado pelo comité da *International Federation of Societies for Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. Segundo este sistema, 21 elétrodos são fixados a 10 ou 20% das distâncias relativas entre marcas anatómicas bem definidas (figura 1.4).

A denotação de cada eléctrodo é uma letra seguida de um número. A letra corresponde à região cortical (frontopolar - Fp; frontal - F; central - C; temporal - T; Parietal - P; occipital - O e auricular - A), enquanto que o número corresponde ao hemisfério (se número par ao hemisfério direito, se ímpar ao hemisfério esquerdo) onde o eléctrodo é colocado. Os elétrodos posicionados na linha média são indicados com a letra "z" ou o número "0" [19, 20].

5. Os sinais biológicos captados pelos elétrodos são amplificados por meio de um amplificador analógico, filtrados por meio de filtros passa-baixo (*anti-aliasing*), convertidos em sinal digital por meio de um conversor analógico-digital e armazenados num dispositivo de memória digital, para posterior tratamento e visualização dos dados obtidos.

Todos os cabos e instrumentos devem ser blindados e devidamente ligados à terra, com vista à obtenção de um sinal EEG com boa razão sinal/ruído e o mínimo de artefactos. Estes, que se caracterizam por uma alteração na tensão dos sinais adquiridos, não refletindo a atividade elétrica cerebral, podem ter origem instrumental ou fisiológica. Os artefactos instrumentais mais comuns são os de impedância (quando algum eléctrodo está mal colocado ou partido); de *Loops* de terra (quando dois cabos terra se encontrem em potenciais diferentes) ou de ruído de rede elétrica (ruído eletromagnético de 60 Hz no Brasil, devido à rede elétrica que alimenta os vários instrumentos). Os artefactos de origem fisiológica podem ser oculares (devido ao movimento/piscar dos olhos); cardíacos (devido à atividade elétrica do coração, principalmente do complexo QRS) ou eletromiográficos (devido à atividade elétrica muscular) [19, 21].

6. A utilização de filtros para o processamento dos sinais adquiridos é feita com o objetivo de se conseguir reduzir os artefatos acima mencionados, preservando o mais possível a fidelidade das ondas cerebrais, com determinada banda de frequência de particular interesse. Assim podem ser aplicados filtros passa-baixo (eliminam ruídos de alta frequência) ou filtros passa-alto (eliminam ruídos de baixa frequência). É também comum a utilização do filtro Notch, com o objetivo de eliminar ruído de banda, como por exemplo o ruído de rede [21].

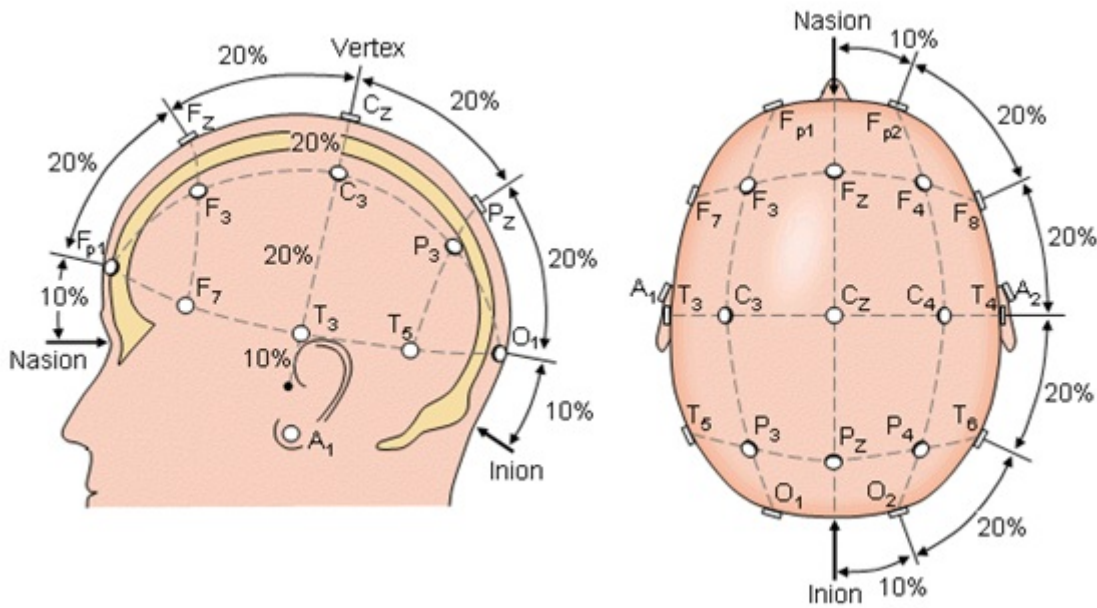


Figura 1.4: Posicionamento dos elétrodos no escalpe, para a aquisição de um EEG, segundo o Sistema Internacional 10-20.

1.3.1.2 Tipos de frequência no EEG num adulto normal

As ondas ou ritmos cerebrais, característicos do sinal de EEG encontram-se, tradicionalmente, numa faixa de frequência entre 0,1 e 100 Hz, sendo que as mais importantes sob o ponto de vista psicofisiológico se encontram entre 0,3 e 70 Hz. Esta faixa de frequências é então separada em várias bandas: Delta (<3,5 Hz); Teta (4 a 7,5 Hz); Alfa (8 a 13 Hz); Beta (14 a 30 Hz) e Gama (>30 Hz). No adulto normal, os ritmos "médios" (Alfa) e "rápidos" (Beta) são predominantes. O registo EEG é representado como um gráfico Tensão vs Tempo e a tensão determina a amplitude do EEG. As amplitudes registadas no EEG encontram-se entre 10 a 100 μV , sendo que as de um adulto normal se encontram comumente entre 10 e 50 μV [17].

O ritmo Delta é considerado o ritmo mais "lento" e geralmente apresenta as maiores amplitudes de todo o registo EEG. Está associado ao sono profundo, sendo registada amplitude máxima nas regiões frontais [22].

O ritmo Teta é menos significativo no registado EEG de um adulto normal, sendo encontrado em regiões temporais e parietais quando no estado de sonolência, sono ou stress emocional. Ocorre tipicamente em crianças quando acordadas. O registo de uma grande atividade Teta no EEG de um adulto acordado é anormal e pode estar relacionado com várias patologias [17, 22].

O ritmo Alfa ocorre quando o indivíduo está acordado, num estado de relaxamento físico e mental, sendo melhor obtido com os olhos fechados. Tem origem cortical e apresenta amplitudes variáveis, normalmente abaixo dos $50 \mu\text{V}$. É registado principalmente em regiões posteriores do escalpe (regiões occipital, parietal e regiões temporais posteriores), apresentando amplitude mais elevada nas regiões occipitais e no hemisfério não-dominante. Aquando de um esforço, especialmente visual ou mental (estado de alerta), este ritmo é atenuado ou bloqueado [17].

O ritmo Beta é encontrado em adultos saudáveis quando acordados, de olhos abertos e num estado de maior atenção. É encontrado principalmente em regiões frontais e centrais, apresentando normalmente simetria hemisférica e raramente excedendo uma amplitude de $30 \mu\text{V}$. A atividade Beta pode sofrer um incremento considerável após a administração de sedativos ou tranquilizantes e é bloqueada por atividade motora ou estimulação tátil [17].

O ritmo Gama é o ritmo com a menor amplitude de todo o registo EEG, sendo menor que $2 \mu\text{V}$ [22]. Este ritmo é de importância funcional extrema, estando associado a funções como percepção e atenção, memória, consciência e controlo da atividade motora [23].

Os ritmos Delta e Teta são denominados por "ondas sincronizadas", pois apresentam uma grande amplitude e baixa frequência, enquanto que os restantes ritmos são chamados de "ondas não-sincronizadas", pois apresentam baixa amplitude e alta frequência [17].

1.3.1.3 Potenciais Relacionados com Eventos (ERP)

Tirando partido da ótima resolução temporal do EEG, vários estudos aplicando sequências de estímulos, constituindo determinados paradigmas onde é pedido aos indivíduos para desempenharem diferentes tarefas, como no caso do teste de Stroop, têm sido feitos com o intuito de se investigarem funções neurocognitivas. O objetivo é analisar a relação entre a ativação do sistema nervoso e as várias regiões cerebrais envolvidas nestes processos ditos intelectuais, que pode ser extraída do sinal EEG.

Após estimulação sensorial, dois tipos de resposta ou alterações na atividade elétrica cortical podem ocorrer: a Resposta Evocada que se caracteriza por um sincronismo no tempo e em fase (*time and phase-locked*) com o estímulo e a Resposta Induzida, que apesar de ser sincronizada no tempo, não o é em fase (*time-locked but not phase-locked*) com o estímulo.

A Resposta Evocada pode ser extraída por métodos lineares simples como a Média Coerente, salientando os Potenciais Evocados (EP, do inglês *Evoked Potentials*), pois em primeira aproximação corresponde ao processo de adição destes potenciais à restante atividade de fundo do EEG (i.e., a atividade não relacionada com o evento/estímulo). Por outro lado, a Resposta Induzida só pode ser evidenciada por métodos não lineares, como por exemplo

a Densidade Espectral de Potência do EEG, visto que esta é explicada como uma manifesta alteração da atividade contínua do EEG, ou melhor, uma reorganização de fases do sinal de fundo do EEG [24].

Os EP são geralmente definidos no domínio do tempo como a atividade elétrica cerebral que é desencadeada pelo sistema nervoso sensorial ou motor, como resposta à ocorrência de um determinado estímulo ou evento. Estes são normalmente refletidos como variações no sinal EEG, deflexões positivas ou negativas, que podem ser evidenciados pelo método da média coerente entre as realizações [25]. São denotados por letra maiúscula ("P" para deflexão positiva e "N" para deflexão negativa), seguida por um número que indica: a sua latência média (por exemplo: N100 ou P300); a ordem em que aparecem (por exemplo: P1, N1, P2, N2, etc.) ou pela latência em que ocorreram numa determinada experiência (por exemplo: N148, P125). É necessário ter em atenção que conforme o sistema que é estimulado (visual, auditório ou somatossensorial), "P1" representa fenómenos neurofisiológicos diferentes [26].

No caso da estimulação ser visual, podem ser estimados os Potenciais Evocados Visuais (VEP, do inglês *Visual Evoked Potentials*), que refletem a integridade das vias de processamento visual. Os VEP são normalmente evocados por estímulos como *flashes* ou certos padrões visuais, como por exemplo a reversão das cores do padrão do tabuleiro de xadrez. Um dos VEP mais importante clinicamente é o P100 (deflexão positiva occipital encontrada no intervalo entre 90 e 110 ms pós-estímulo) [27, 28].

Os EP podem ser classificados como Exógenos ou Endógenos (figura 1.5). Os potenciais de curta latência dependem principalmente de características físicas do estímulo (intensidade, duração, frequência, etc.), sendo considerados Potenciais Exógenos. Quando as latências de aparecimento destes potenciais são longas (maiores que 100 ms), estes são denominados de Potenciais Endógenos ou Potenciais Evocados Relacionados com Eventos, pois estes dependem principalmente de variáveis psicológicas, como a importância do estímulo. São caracterizados por amplitudes de poucos microvolts (2 a 20 μV) e são normalmente associados e estudados em processos neurocognitivos [26, 28, 29].

Um ERP de grande importância é o P300, visto que é evocado em quase todas as modalidades sensoriais. É também denominado por P3 pois é a 3ª deflexão positiva, apresentando latências entre os 250 aos 500 ms, sendo observado em regiões mais centrais e parietais do escalpe. Este é comumente observado aquando da aplicação do "Paradigma *Oddball*", que consiste numa sequência aleatória de 2 tipos de estímulos: um frequente e irrelevante (estímulo padrão) e outro aparecendo rara e inesperadamente (estímulo alvo). O P300 ocorre quando é pedido aos indivíduos que se foquem no estímulo alvo e que primam um botão em resposta ao seu aparecimento [26, 28]. Visto que o P300 apresenta uma latência muito longa e é dependente da tarefa a desempenhar pelo indivíduo, este é tradicionalmente relacionado com processos cognitivos tais como reconhecimento, tomada de decisão, atenção e atualização de memória [28].

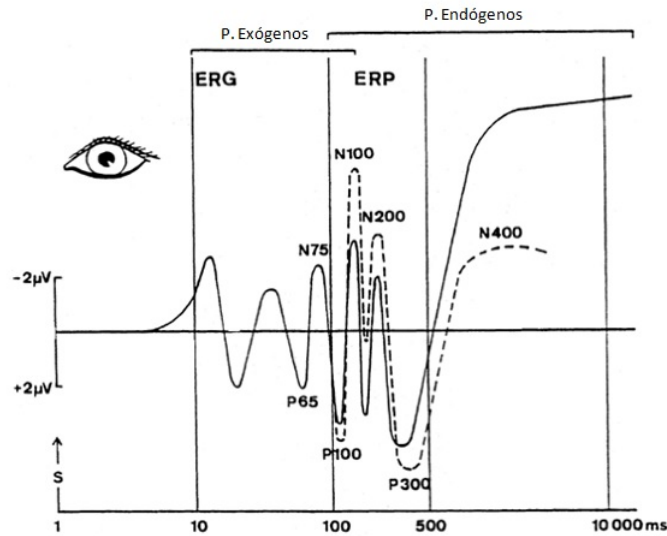


Figura 1.5: Esquema representativo dos EPs, em resposta a um estímulo visual (representado por "s"). Escala temporal logarítmica. Os potenciais exógenos P65 e N75 podem ser extraídos do Eletroretinograma (ERG). Os potenciais com latências superiores a 100 ms são denominados de potenciais endógenos. As linhas a tracejado indicam alterações nos ERPs conforme a tarefa: orientação e atenção seletiva (P100 e N100); avaliação do estímulo (N200) e atualização do contexto (P300). O N400 está relacionado com a expectativa semântica (Adaptado de [26]).

Através da aplicação de um "Paradigma *Oddball* Passivo", isto é, uma sequência de estímulos onde os indivíduos não têm que desempenhar qualquer tarefa, é possível discriminar 2 componentes do P300. Um dos componentes que aparece temporalmente primeiro e em áreas mais frontais é o P3a. Este reflete a novidade do estímulo, ao invés da execução de determinada tarefa. O outro componente, o P3b, é associado à importância do estímulo, apresentando distribuição parietal e ocorrendo temporalmente mais tarde [28]. Desta forma, o P300 comumente identificado em vários estudos será a junção dos seus dois componentes, sendo que cada componente pode ser afetado de maneira diferente por várias substâncias como etanol ou nicotina [30]. Por esta razão, no vigente estudo é importante que os voluntários não tenham ingerido álcool antes do teste.

A linguagem é um processo cognitivo único dos seres humanos. Esta capacidade pode ser analisada através de estudos eletroencefalográficos. O N400, que é evocado nestes estudos foi descoberto por Kutas e Hillyard, em 1980. Este potencial negativo apresenta distribuição espacial centro-parietal, normalmente com latências entre os 300 e os 500 ms pós-estímulo. É associado ao processamento da linguagem, pois está relacionado com a detecção de incongruências semânticas [26, 28].

1.3.1.4 Processamento de sinais no domínio do tempo - Método da média coerente entre as realizações

Como foi dito anteriormente, os ERPs são geralmente definidos no domínio do tempo como a atividade elétrica cerebral associada a um determinado estímulo. O problema na análise EEG é conseguir detetar estes potenciais dentro da restante atividade contínua ou de fundo (isto é, a atividade não-relacionada com o evento), que, regra geral, é de maior magnitude [25].

De acordo com o modelo mais comumente aceite, os ERP são considerados sinais gerados por populações neurais que se tornam ativas no tempo e em fase com o estímulo (*time and phase-locked*), sendo assim somados à restante atividade de fundo do EEG [31].

De um modo geral, não existe fundamentação para justificar a preferência da análise dos ERP no domínio da frequência ou do tempo, visto que ambas refletem a mesma realidade, sendo esta escolha determinada por considerações práticas [25]. Assim, neste estudo será considerada a análise no domínio do tempo.

A análise dos ERP é baseada em duas suposições:

- a resposta elétrica evocada é, invariavelmente, sincronizada no tempo e em fase com o estímulo;
- a atividade elétrica de fundo é considerada ruído estacionário.

Deste modo, os ERPs podem ser assumidos como um sinal ($s(k)$) corrompido por ruído aditivo ($n(k)$), a actividade de fundo, sendo k uma variável temporal discreta. A deteção dos ERPs é, desta forma, uma questão de melhoramento da razão sinal/ruído. Geralmente, é considerado um modelo aditivo simples, onde o sinal estocástico $x(k)$ é a soma de dois termos (as variáveis aleatórias são apresentadas a sublinhado):

$$\underline{x}(k) = s(k) + \underline{n}(k) \quad (1.1)$$

O valor esperado para $\underline{n}(k)$ é zero, sendo a média de $x(k)$, após N realizações igual a:

$$\underline{x} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \underline{x}_i(k) \quad (1.2)$$

O valor esperado da média é dado por:

$$E[\underline{x}(k)] = E \left[\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \underline{x}_i(k) \right] = s(k) \quad (1.3)$$

Visto que $s(k)$ é assumido como invariável, a variância da média $\underline{x}(k)$ é dada por:

$$var[\underline{x}(k)] = E \left[\left(\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \underline{n}_i(k) \right)^2 \right] = \frac{1}{N} \cdot var[\underline{n}(k)] \quad (1.4)$$

Deste modo, a razão sinal/ruído é acentuada, em amplitude, proporcionalmente com

\sqrt{N} . Contudo, deve também ser assumido que $s(k)$ é um sinal estocástico, sendo a expressão 1.1 reformulada:

$$\underline{x}(k) = \underline{s}(k) + \underline{n}(k) \quad (1.5)$$

Este modelo representa melhor a realidade, pois o ERP extraído não é só definido pelo valor médio de $x(k)$, mas também por momentos estatísticos mais elevados, como a variância (momento de 2ª ordem). O modelo anterior (expressão 1.1) é apenas válido para preparações em anestesiados ou para EP de curta latência. Por outro lado, o modelo aditivo estocástico (expressão 1.5) pode ser utilizado para detecção de EP de longa duração.

Para ser feita uma análise mais rigorosa dos EP, métodos de análise multivariada podem ser empregues, onde os EP são considerados como variáveis estocásticas multidimensionais, ou seja, vetores. Portanto a expressão 1.5 pode ser reescrita como:

$$\underline{\vec{x}} = \underline{\vec{s}} + \underline{\vec{n}} \quad (1.6)$$

Ter-se-á então:

$$E(\underline{\vec{n}}) = 0 \Rightarrow E(\underline{\vec{x}}) = E(\underline{\vec{s}}) \quad (1.7)$$

O momento de segunda ordem de $\underline{\vec{x}}$ é dado pela matriz de covariância. Considerando duas amostras k e l , esta matriz será:

$$Cov_{kl} = E \left[\left(\underline{\vec{x}}(k) - E(\underline{\vec{x}}(k)) \right) \cdot \left(\underline{\vec{x}}(l) - E(\underline{\vec{x}}(l)) \right) \right] \quad (1.8)$$

No método dos componentes principais é assumido que os ERPs são uma combinação linear de funções base. Assim, escolhendo os vetores próprios da matriz da covariância como funções base, é possível encontrar a melhor aproximação P-dimensional (no sentido dos mínimos quadrados) ao ERP:

$$\underline{\vec{x}} = E(\underline{\vec{x}}) + \sum_{i=1}^p \lambda_i \cdot \underline{\vec{\psi}}_i, \text{ onde } p < \text{número de épocas} \quad (1.9)$$

Na expressão acima, os coeficientes λ_i são variáveis aleatórias independentes e os vetores próprios ($\underline{\vec{\psi}}_i$) são ortogonais. É importante notar que esta descrição é apenas um método estatístico de descrever os ERPs, para além do valor da sua média, não sendo possível assumir que os vectores próprios correspondem, necessariamente, a geradores eletrofisiológicos independentes do ERP. Neste método de análise, o primeiro componente é o que apresenta a maior variância e, geralmente, não é necessário ir além de $i=4$ ou 5 , podendo ser atingida uma descrição parcimoniosa do EP.

No entanto, o método dos componentes principais, que não é mais do que uma transformação dos dados originais, não tem em conta a variabilidade entre as observações. Este problema pode ser resolvido por meio do modelo matemático da análise de fatores. Neste tipo

de análise, cada observação (x_i) é representada por meio de uma função linear de variáveis de fatores comuns e de variáveis de latência específicas do sinal x_i :

$$x_i = \lambda_{ij} \cdot y_j + \dots + \lambda_{im} \cdot y_j + e_i \quad (1.10)$$

onde y_j é a j -ésima variável fator comum, λ_{ij} representa o coeficiente da i -ésima observação do j -ésimo fator comum e e_i é a i -ésima variável fator específica. As covariâncias das observações x_i são apenas refletidas pelos fatores específicos.

1.4 Teste de Stroop

O estado de se processarem seletiva e simultaneamente diversas fontes de informação é conhecido como atenção. Deste modo, no sistema visual, é através da atenção que temos a capacidade de nos focarmos num objeto, ignorando outros que se encontrem no nosso campo visual. Uma possível analogia é que a atenção funciona como uma lanterna que ilumina objetos de particular interesse ou significância [32].

Em 1886, James M. Cattell na sua tese de doutoramento, relatou que indivíduos levam mais tempo a nomear objetos e cores do que demoram a ler as palavras correspondentes. Foi então demonstrado que no caso de palavras, a sua leitura é um processo cognitivo que se desenvolve de maneira automática, enquanto que no caso de objetos e cores tem que ser feito um esforço, voluntário, para fazer a associação entre a ideia e o nome, sendo necessária mais atenção [33].

Assim, a atenção é fundamental para a nossa interação com o meio que nos rodeia. Porém, prestar atenção a algo de interesse não é um processo fácil. O controlo da atenção pode ser conduzido pelo observador (controlo endógeno) ou pelo meio/estímulo (controlo exógeno) [3]. Existem então forças de oposição em relação à atenção que podem resultar numa situação de conflito ou interferência. O primeiro a documentar tal efeito foi Jonh Ridley Stroop, em 1935, onde combinou cores e nomes de cores num único estudo.

Nesse estudo, onde o estímulo nome de cor e o estímulo cor são apresentados simultaneamente, foi composto por duas experiências. Na experiência I, eram apresentadas aos indivíduos duas sequências de 100 palavras correspondentes a 5 nomes de cores. Na 1ª sequência as palavras eram apresentadas em preto e na 2ª as palavras eram apresentadas numa cor diferente da cor escrita. Foi pedido aos voluntários para lerem, o mais rápido possível, as 100 palavras de cada sequência. O tempo que estes demoraram foi registado (Tempos 1 e 2, respetivamente). Na experiência II, eram apresentadas aos indivíduos mais duas sequências: a 3ª era uma sequência de quadrados (\square) tingidos em 5 cores diferentes e a 4ª era idêntica à 2ª sequência da experiência I. Nesta experiência, foi pedido aos voluntários que, em vez de lerem a palavra, dissessem a cor em que estavam tingidos ou os quadrados ou as palavras. Estes tempos também foram registados (Tempos 3 e 4, respetivamente). Estas experiências são representadas na figura 1.6. Os resultados mostraram que a diferença entre os Tempos 1 e 2 não era significativa, demonstrando que a cor na qual é apresentada a

palavra a ler não interfere na sua leitura. Por outro lado, a diferença entre os Tempos 3 e 4 foi bastante significativa, sendo o Tempo 4 maior que o Tempo 3. Esta diferença demonstrou que nomear a cor na qual o estímulo é apresentado não é tão instantâneo como ler a palavra apresentada [34].

Experiência I		Experiência II	
1ª Sequência	2ª Sequência	3ª Sequência	4ª Sequência
Vermelho	Azul	■	Azul
Azul	Verde	■	Verde
Verde	Castanho	■	Castanho
Castanho	Roxo	■	Roxo
Roxo	Vermelho	■	Vermelho
...
Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4

Figura 1.6: Representação das experiências realizadas por Stroop em 1935. Na Experiência I, foi pedido aos indivíduos que lessem as 100 palavras, enquanto que na Experiência II deveriam dizer a cor do estímulo.

Ao aumento no tempo de reacção (RT, do inglês *Reaction Time*) foi então chamado de "Efeito de Stroop" ou "Interferência de Stroop". A assimetria da interferência (a palavra interfere em nomear a cor mas a cor não interfere na leitura da palavra) foi explicada pelo facto de que ler uma palavra é uma atividade mais automática, ou mais treinada, do que identificar cores. Este padrão sugere que, na presença de interferência, a resposta automática é anulada pela resposta controlada [3].

Stroop levou ainda a cabo uma 3ª Experiência com a finalidade de se estudarem os efeitos da prática sobre a interferência. Nesta experiência os indivíduos treinaram a nomeação de cores, estando sujeitos a uma sequência idêntica à 2ª sequência, durante 8 dias consecutivos. Os resultados mostraram que, embora o Efeito de Stroop continuasse bastante grande após 8 dias de treino, era evidente que a prática reduziu a interferência da palavra na nomeação da cor [34].

Sem dúvida que temos muito mais prática em ler do que nomear cores, tornando a leitura uma atividade automática, sem grande esforço de atenção. O facto de se treinar a atenção com que se está ao estímulo que é pedido para ser respondido (neste caso, treinar a nomeação de cores) pode melhorar o desempenho na resposta, mas mesmo assim continua a existir um efeito de interferência.

Desde então que este fenómeno de interferência, aparentemente simples, tem sido amplamente estudado, fornecendo várias teorias sobre os componentes cognitivos da atenção seletiva [3]. Estas teorias e tentativas de explicar o Efeito de Stroop serão discutidas mais à frente. As versões "modernas" do teste de Stroop são geralmente controladas por computador, permitindo a exibição de sequências (aleatórias) de palavras apresentadas individualmente,

ao invés de várias palavras apresentadas num cartão como no teste original elaborado por Stroop. Desta forma é possível um maior controlo dos efeitos da sequência e uma medição mais precisa de um único estímulo individual. Para além das condições não-coincidentes (ex.: Verde; NC) e das condições neutras (ex.: XXXX), condições coincidentes, ou seja, a palavra corresponde com a cor em que está escrita (ex.: Vermelho; C), também são incorporadas nas várias variações do teste de Stroop [3, 35].

A congruência entre a palavra a ser ignorada e a cor a ser nomeada, frequentemente produz um outro fenómeno chamado de facilitação, embora seja muito menor que o fenómeno de interferência na correspondente condição incongruente [33].

Outra variação ao teste original de Stroop é a modalidade de resposta. Originalmente a resposta era verbal sonora. Em testes mais recentes adotou-se o tipo de resposta manual, onde os sujeitos devem pressionar uma tecla em resposta a uma cor específica. Esta modalidade de resposta foi pioneiramente investigada por White em 1969, com vista a entender qual a relação entre o tipo de resposta e a interferência encontrada na tarefa de Stroop. Ele comparou diretamente respostas verbais e não-verbais e relatou que houve menos interferência com a resposta não-verbal (pressionar teclas). Outros estudos se seguiram, aplicando versões manuais da tarefa e também relatam um menor, embora robusto, fenómeno de interferência [33]. Em contrapartida, parece que o fenómeno de facilitação apresenta uma maior magnitude quando a resposta é manual [36].

Assim, pode-se concluir que a compatibilidade entre o estímulo e o tipo de resposta é importante, ou seja, que se o processamento normal da dimensão irrelevante leva a uma resposta no modo designado pela dimensão relevante, a interferência pode ser intensificada [33]. Por este facto a interferência é reduzida quando o tipo de resposta é manual, pois premir uma tecla em resposta a uma palavra é procedimento arbitrário [37].

Tirando partido do avanço na tecnologia, testes de Stroop têm vindo a ser aplicados com o simultâneo registo do EEG. A atividade elétrica cerebral medida durante um teste de Stroop pode ser analisada de acordo com o tipo de estímulo (coincidente, não-coincidente, e/ou neutro) ou de acordo com a exatidão da resposta (se correta ou incorreta). A variação desta atividade elétrica, considerando parâmetros psicofisiológicos dos ERPs (amplitude, latência, duração e topografia) fornece informação preciosa acerca de processos cognitivos relacionados com o desempenho na tarefa de Stroop.

Voltando à questão sobre qual a natureza do fenómeno de interferência encontrado, duas hipóteses foram primeiramente introduzidas para explicar o efeito de Stroop: a hipótese do conflito perceptivo e a hipótese da competição de resposta. Ambas as hipóteses explicam o atraso no RT encontrado durante a tarefa de Stroop, baseando-se em diferentes estágios de processamento da informação (fase de processamento do estímulo e fase de resposta, respetivamente). A hipótese de conflito perceptivo afirma que a palavra e a cor incongruente em que esta está escrita criam um conflito que "sobrecarregará" o sistema de processamento da informação. Esta condição refletir-se-á no atraso do RT, visto que o sistema utilizado no processamento de ambas a cor e a palavra apresenta capacidade limitada. Por outro lado,

de acordo com a hipótese da competição da resposta, duas respostas competitivas terão de utilizar um único "canal de resposta", numa fase de iniciação da resposta. O estímulo cor terá de ser convertido de uma percepção em um código verbal, enquanto que o estímulo palavra não exige tal conversão. Desta forma, a informação da palavra atingirá a fase de iniciação da resposta antes da informação da cor, condição esta que provoca o atraso no RT [38].

Liotti e seus colegas levaram a cabo um estudo que tinha como objetivo investigar o curso temporal da ativação de várias regiões do córtex cerebral, quando 8 indivíduos foram sujeitos ao teste de Stroop. Investigaram também qual a relação desta ativação com a modalidade de resposta utilizada, através do registo de 64 canais de EEG. Três modalidades de resposta foram comparadas: verbal sonora, verbal silenciosa e manual. A diferença dos ERPs entre estímulos NC e C apresentou dois efeitos relacionados com o fenómeno de interferência. Foi registada uma negatividade médio-dorsal, entre 350-500 ms após apresentação do estímulo, com pico em 410 ms. Dependendo do tipo de resposta, este efeito apresentava uma diferente distribuição no escalpe: quando a modalidade de resposta era verbal (silenciosa ou sonora) apresentava distribuição focal médio-anterior; quando a resposta era manual apresentava distribuição espalhada médio-dorsal. Através da análise de fonte de dipolos, 2 geradores independentes no córtex cingulado anterior (CCA) foram identificados. Como 2º efeito, foi identificada uma positividade prolongada, entre 500-800 ms pós-estímulo, sobre a região temporoparietal superior esquerda. Este efeito não pareceu depender da modalidade de resposta, visto que esteve presente nas 3 modalidades. Uma possível interpretação destes resultados é que o fenómeno de interferência de Stroop ativa primeiramente o CCA (350-500 ms pós-estímulo) e é seguido por ativação do córtex temporoparietal esquerdo que pode estar relacionado com a necessidade de um processamento adicional do significado da palavra [39].

Noutro estudo com o mesmo objetivo, também feito com o registo de 64 canais de EEG, desta vez a 16 indivíduos sujeitos a um teste de Stroop manual, os seguintes dados neurofisiológicos foram obtidos: a diferença dos ERPs entre NC e C revelou primeiramente uma maior negatividade entre 350 e 450 ms, após apresentação do estímulo, em região fronto-central à esquerda. Através da análise de fonte de dipolos foi detetado um gerador para este efeito, localizado no córtex pré-frontal esquerdo (CPF). Imediatamente a seguir, foi encontrada maior positividade entre 450 e 550 ms, pós-estímulo, em região fronto-central média. Foi localizado um gerador para esse efeito no CCA. Finalmente, foi registada positividade entre 600 e 1000 ms em região parietal, que não foi modulada. Os autores sugeriram que o CPF é ativado quando é necessário algum controle executivo, sinalizando imediatamente a seguir o ACC que implementa esse controle [40], visto que as regiões associadas à deteção e monitorização/processamento de conflito são o ACC e as regiões pré-frontais [41, 42].

Estes estudos, em conjunto com outros [43, 44, 45], vêm suportar a ideia de que a interferência de Stroop ocorre devido ao conflito criado pela congruência do estímulo durante a fase de percepção, isto é, explicam o efeito de Stroop baseados na hipótese de conflito perceptivo.

Sabendo que a latência do P300 varia com a duração de processos perceptivos mas que

é insensível à duração de processos motores [46] e que a amplitude deste potencial reflete a atenção empregue numa dada tarefa [47], este pode ser utilizado para testar a hipótese de que o efeito de Stroop tem origem nos processos relacionados com a seleção da resposta e não nos processos relacionados com a avaliação do estímulo. Esta hipótese foi verificada no primeiro estudo onde foram utilizados ERPs na investigação do efeito de Stroop [48]. Foi observado que a coerência entre a cor e a palavra do estímulo afetava a latência dos "potenciais pré-resposta" mas não interferia na latência dos "potenciais evocados pelo estímulo".

Num outro estudo com respostas manuais, foi demonstrado que a latência do P300 não depende da compatibilidade estímulo-resposta e que não é afetada pela congruência do estímulo, embora o RT continue maior para os estímulos NC. Os autores concluíram que o efeito de Stroop sobre o RT ocorre após o estímulo ter sido completamente avaliado, apoiando a hipótese de que tanto o fenómeno de interferência como o de facilitação ocorrem numa etapa posterior de produção de resposta, após o P300 ter sido deflagrado [37]. Esta independência da latência do P300 com a congruência do estímulo foi também registada num estudo comparando resultados entre o desempenho no teste de Stroop convencional (1ª tarefa) e o teste de Stroop inverso (teste onde os indivíduos devem identificar o significado da palavra e não a cor em que está escrita; 2ª tarefa). Foi documentada interferência da cor no processamento da palavra (chamado de "Efeito de Stroop Inverso"). Os resultados obtidos relataram, também, uma persistente diferença nos RT conforme a congruência do estímulo em ambas as tarefas e atividade nas áreas temporal esquerda, frontal e parietal [49].

Todos estes estudos estarão de acordo com a hipótese de competição da resposta que defende que a interferência ocorre por causa da competição que é criada durante a fase de seleção de resposta.

Desta forma, um estudo foi levado a cabo para avaliar a validade da hipótese de conflito perceptivo e da hipótese da competição da resposta em explicar o Efeito de Stroop. O teste consistiu numa versão simplificada do teste de Stroop, em que os voluntários tinham de decidir se a cor em que a palavra estava escrita correspondia ao significado da mesma e premir um botão para indicar essa decisão. A atividade elétrica cerebral foi analisada não só de acordo com a categoria do estímulo (se coincidente ou não) mas também de acordo com a exatidão da resposta (se correta ou incorreta). De acordo com os resultados, o fenómeno de interferência encontrado nos dados comportamentais foi indicado por um maior RT para estímulos NC e maior número de estímulos perdidos (sem resposta). O Efeito de Stroop, a nível eletrofisiológico, foi demonstrado por um aumento, estatisticamente significativo, de amplitude nos ERPs P3 e N4 para estímulos NC, e em N2, P3, N3 e N4 para respostas incorretas (figura 1.7).

O aumento da amplitude dos picos P3 e N4 foi relacionado com o processamento do significado do estímulo, refletindo um processo de deteção de conflito. Em relação ao aumento da amplitude dos ERPs para respostas incorretas, dois comportamentos foram relatados: N2 e P3 aumentaram apenas para estímulos NC. Este aumento da amplitude para ERPs mais precoces e para respostas incorretas, mostra que o processamento da informação ocorre

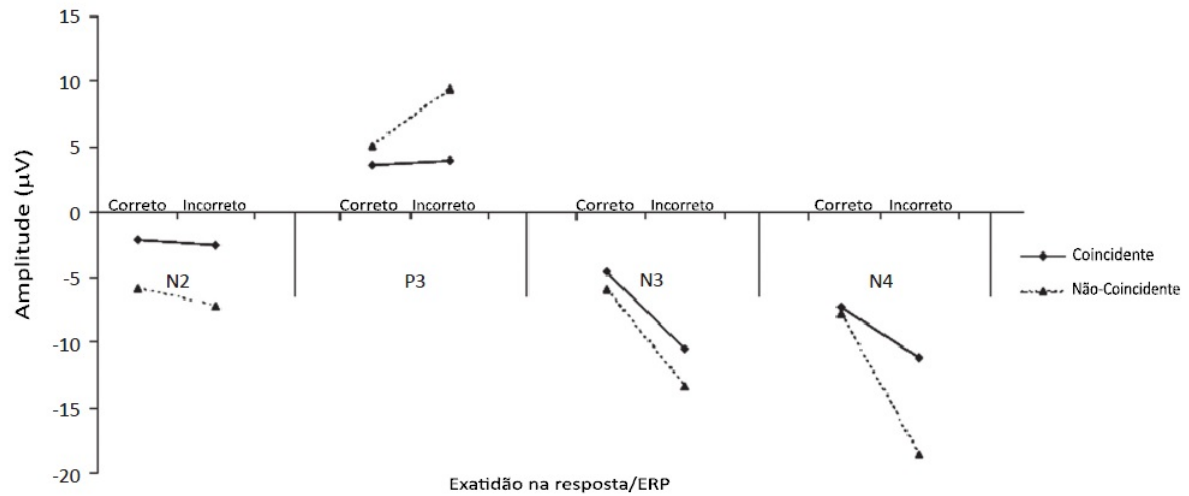


Figura 1.7: Gráfico relativo às amplitudes dos ERPs N2, P3, N3 e N4 obtidas no teste de Stroop realizado por [1]

também de acordo com a exatidão da resposta. Como este comportamento foi obtido apenas nos estímulos NC, onde existe interferência e uma das respostas tem que ser inibida, reflete competição na resposta. Por outro lado, N3 e N4 aumentaram para ambos os estímulos. Visto que estes ERPs são mais tardios e apresentam um aumento de amplitude também para estímulos C, onde não existe interferência, este comportamento estará relacionado com a avaliação da exatidão da resposta, refletindo processos de detecção de erro. Sendo assim, os autores concluíram que todos estes resultados suportam tanto a hipótese de conflito perceptivo como a de competição de resposta. Foi ainda relatado que a congruência do estímulo interage com a exatidão na resposta em termos do N4, isto é, que o aumento da amplitude no N4, para respostas incorretas, foi maior para estímulos NC do que para estímulos coincidentes. Neste sentido, o conflito perceptual e a competição na resposta interagem um com o outro no Efeito de Stroop. Por fim, a Análise de Componentes Principais mostrou que o desempenho na tarefa está relacionado com processos tanto de interferência como de atenção seletiva [1]. Estes resultados são consistentes com a teoria a seguir apresentada que sugere que os processos cognitivos consistem em redes neurais que funcionam de uma maneira integrativa.

Em 1990, Cohen e seus colegas[50], interessados em justificar como é que a atenção se relaciona com o fenómeno de interferência encontrado no teste de Stroop, desenvolveram um modelo de atenção considerando os princípios de processamento paralelamente distribuídos. Neste modelo, tanto a velocidade de processamento como o efeito da interferência são relacionados em comum, através de uma variável descrita como "força de processamento". O modelo consiste em um sistema de módulos interconectados, onde o processamento ocorre através da propagação de sinais (distribuição da ativação) de um módulo para outro, constituindo uma via de processamento. A propagação dos sinais é unidirecional, chamada de *bottom-top*, ou seja, a informação flui no sentido *input-output*. O desempenho numa determi-

nada tarefa vai depender da capacidade de fluência da sua via de processamento, permitindo que um padrão de ativação nos seus módulos sensoriais relevantes gere, através da ativação dos módulos intermediários, um padrão apropriado de ativação dos módulos de resposta relevantes. A velocidade e a precisão com a qual uma tarefa é desempenhada depende de como a informação flui ao longo da via de processamento mais adequada. Por sua vez, isto vai depender do grau de conectividade entre as unidades constituintes dos módulos dessa via, denominado de "força de processamento". Desta forma, mecanismos para 3 atributos do automatismo são fornecidos neste modelo: primeiro, a força varia continuamente em função da prática; segundo, a força relativa entre dois processos competitivos determina o padrão dos efeitos de interferência observados e em terceiro, a força de um processo determina a extensão na qual este é comandado pela atenção. Este modelo, aplicado à tarefa de Stroop, consiste em duas vias paralelas de processamento, uma para processar a informação relativa à cor e outra para processar a informação relativa à palavra, que convergem para um mecanismo comum de resposta (figura 1.8).

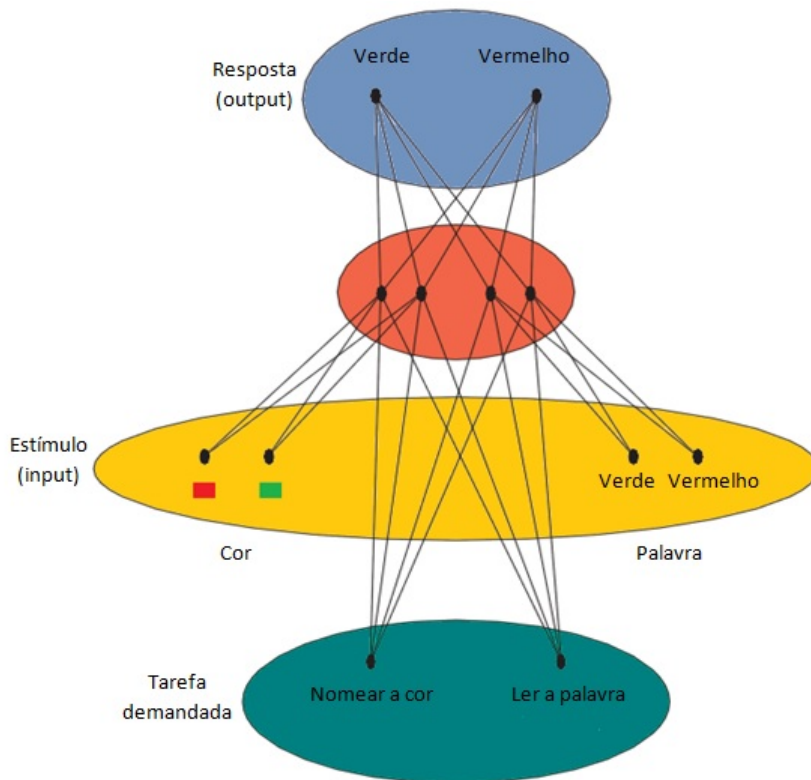


Figura 1.8: Representação do modelo de duas vias paralelas de processamento aplicado ao Teste de Stroop (adaptado de [3]).

Num estudo combinando EEG e Eletromiografia (EMG), desta vez num teste numérico de Stroop, as duas hipóteses foram mais uma vez validadas: os dados de EMG forneceram diretas evidências a favor do conflito na resposta e os dados dos ERPs relataram efeito da congruência na latência do P300, sugerindo assim que o conflito perceptual também está

presente no paradigma de Stroop [51].

Desta forma é possível concluir que tanto o conflito perceptivo como a competição na resposta contribuem para o fenómeno de interferência de Stroop. Importa salientar, que a demanda atenta será de grande importância no desempenho da tarefa.

Um dos sintomas da depressão é a falta de capacidade de pensar, concentrar-se ou de tomar decisões. Assim, indivíduos num estado de depressão, quando submetidos a uma tarefa que requer a deteção de um conflito e a sua resolução, certas áreas do seu cérebro ficam comprometidas. Um estudo visou analisar, através de um teste verbal de Stroop, o desempenho comportamental e os ERPs (P300 e N450) de estudantes com depressão. Foi demonstrado que, embora o desempenho comportamental entre um grupo com índice de depressão baixo e outro grupo com índice de depressão elevado tenham a mesma performance, houve diferenças evidentes nos ERPs. A amplitude do N450 aumentou no grupo com alto índice de depressão, sugerindo assim que para um indivíduo com depressão desenvolver uma tarefa a um nível normal este apresenta uma hiperativação das áreas do cérebro responsáveis pela deteção de conflito, neste caso do ACC. Em relação ao P300, a sua amplitude também aumentou no grupo com índice de depressão mais alto, sugerindo um maior nível de atenção empregue na tarefa. Os resultados deste estudo sugerem então que indivíduos depressivos requerem um aumento de recursos cognitivos, tanto a nível de deteção de conflito como a nível de controlo cognitivo, a fim de terem um desempenho dito normal [52]. Por este fato, no vigente projeto, indivíduos que apresentem sinais de depressão não poderão fazer parte do estudo.

Outro factor que pode influenciar o desempenho na tarefa de Stroop é a aplicação de diferentes proporções de estímulos NC. Num estudo com o objetivo de investigar a relação deste factor com o fenómeno de interferência, dois blocos de estímulos foram aplicados: um bloco com 20% de estímulos NC e um bloco com 80% de estímulos NC. Os indivíduos demonstraram um grande efeito de interferência, nomeadamente no RT, na exatidão de resposta e no ERP N450, quando a percentagem de estímulos NC era baixa (20%). Os autores concluíram que quando os estímulos NC aparecem raramente, condição que provoca uma alta expectativa para estímulos C, os voluntários podem ter adotado a estratégia de responder habitualmente, ou seja, simplesmente ler a palavra. Esta estratégia faz com que o sistema de controlo da atenção esteja menos preparado para quando um estímulo NC aparece, intensificando assim o conflito [53]. Estes dados estiveram de acordo com um estudo previamente feito também investigando diferentes proporções de estímulos NC, desta vez utilizando imagem por RMf. Apesar da sua limitada resolução temporal, foi demonstrado um aumento da atividade no CCA na condição de baixa percentagem de estímulos NC [54]. Assim, para serem evitadas estratégias que fogem ao objetivo do paradigma de Stroop, no vigente projeto serão aplicados blocos com igual percentagem de estímulos NC e estímulos C.

Concluindo, o teste de Stroop é considerado uma ferramenta psicométrica, de fácil aplicação e com razoável validade e confiabilidade, sendo utilizado como instrumento de diagnóstico [33]. Este é então vastamente utilizado por investigadores e cientistas, com várias

finalidades. O teste de Stroop já foi aplicado para demonstrar que com a combinação de um terceiro estímulo auditivo, os indivíduos apresentam sinais de stress [55]. Foi feito um estudo com o intuito de analisar se o aumento do efeito de Stroop observado em adultos mais velhos resulta de uma diminuição (relacionada à idade) na habilidade de inibir a informação da palavra [43]. Outros estudos realizados, envolvendo o teste de Stroop, foram levados a cabo para ver qual a relação do tabaco [56, 57], da personalidade [58], da depressão/emoção [52, 59, 60], de traumatismos crânio-encefálicos [61], do bilinguismo [62], da fadiga [63], ou da esquizofrenia [64] sobre a atenção seletiva. Neste estudo, tentaremos ver qual a relação entre a dominância manual e o efeito de interferência.

2

Materiais e Métodos

O vigente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Processamento de Imagens e Sinais (LAPIS) do Programa de Engenharia Biomédica (PEB) do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

2.1 Casuística

Um total de 39 sujeitos participaram no estudo de forma voluntária e sem qualquer pagamento, tendo todos eles assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A). Para que pudessem participar no estudo, foram tomados em consideração os seguintes critérios de inclusão:

- Ser alfabetizado e ter como língua materna a Língua Portuguesa;
- Não apresentar nenhum grau de daltonismo ou dificuldade em distinguir cores;
- Apresentar boa acuidade visual;
- Não ter diagnóstico ou sintomas de doenças neurológicas ou psiquiátricas;
- Não utilizar nenhum tipo de droga terapêutica (ex.: antidepressivos, antiepiléticos, etc.);
- Não ter ingerido nenhum tipo de bebida alcoólica nas últimas 8 horas.

A casuística deste estudo apresenta as seguintes características:

- Género: do total de 39 voluntários, 24 são homens.
- Idade: as idades dos voluntários estão compreendidas entre os 22 e os 42 anos ($28 \pm 5,5$ anos). Na figura 2.1 é apresentado o respetivo histograma.
- Dominância Manual: 17 são canhotos e 22 são destros. Nenhum se considerava ambidestro.
- Nível de Escolaridade:
 - Nível I/Ensino Médio Completo: 2 voluntários;
 - Nível II/Ensino Superior Completo: 8 voluntários;
 - Nível III/Além Ensino Superior: 29 voluntários.

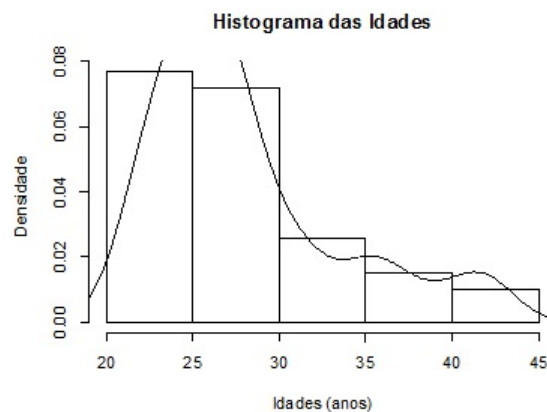


Figura 2.1: Histograma das Idades dos voluntários.

2.2 Procedimento Experimental

Os voluntários foram submetidos ao protocolo experimental sob condições ambientais adequadas: temperatura em torno de 24°C , som e iluminação controlados. O teste foi realizado com o sujeito sentado numa poltrona posicionada aproximadamente a 50 cm à frente dum monitor, sendo-lhe pedido que se colocasse em posição confortável de modo a que ficasse o mais quieto possível durante a experiência, diminuindo assim os artefactos de movimento (Figura 2.2 à direita). A altura do monitor foi ajustada ao plano dos olhos do voluntário, com vista a diminuir os movimentos oculares.

Inicialmente, foi registado o EEG espontâneo, com o voluntário de olhos abertos (OA) durante 3 min. Com o objetivo de se conseguir eliminar, posteriormente, os artefactos de movimento do piscar dos olhos, foi também coletado o electrooculograma (EOG).

A estimulação visual consistiu numa variação do Teste de Stroop, onde nomes de cores (palavras) apareciam de forma aleatória, isolada e sequencial no centro do monitor de fundo preto. As cores possíveis eram 6: amarelo, verde, vermelho, azul, rosa e branco. Dois tipos de estímulos foram aplicados: o nome da cor (palavra) corresponde à cor em que esta estava escrita (estímulo C) e o nome da cor (palavra) não corresponde à cor em que estava escrita (estímulo NC). A duração de cada estímulo, bem como o intervalo entre os estímulos era aleatória: variando de 200 a 300 ms e de 3 a 5 s, respetivamente.

Foi então pedido ao voluntário que se focasse no centro do monitor e que respondesse ao estímulo pressionando, o mais rapidamente possível e de forma incisiva, uma das 2 "maniquetas" (Figura 2.2 à esquerda) que tinha (uma "maniqueta" em cada mão). Assim, deveria pressionar a "maniqueta" de cabo amarelo quando o estímulo era C e a "maniqueta" vermelha quando o estímulo era NC.

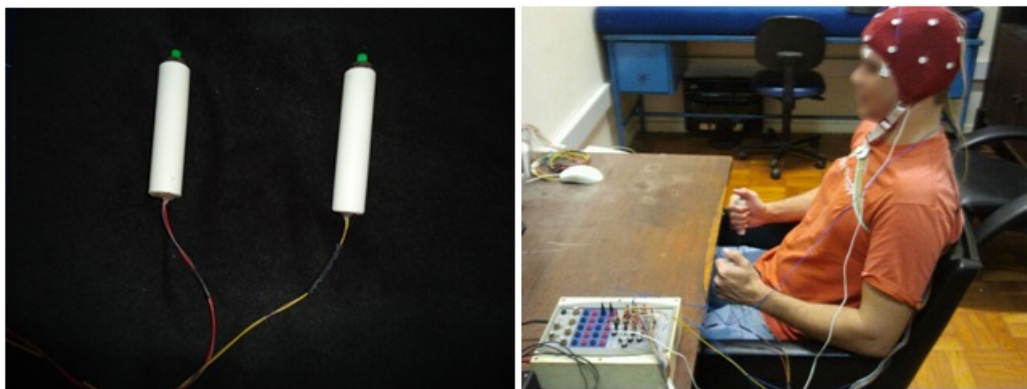


Figura 2.2: Fotografia à esquerda das "maniquetas" e à direita de um voluntário pronto para iniciar o teste.

A experiência foi realizada em 4 blocos de 120 estímulos cada um, sendo 60 coincidentes e 60 não-coincidentes. Antes do primeiro bloco, foi realizado um período de treino, onde foram aplicados 20 estímulos, de modo a que o voluntário se ambientasse com as "maniquetas" (este período não foi registado). Intervalo de cerca de 2 minutos foi aplicado entre cada bloco de modo a que o voluntário pudesse relaxar.

Com o objetivo de avaliar se a dominância manual tem influência no tempo de resposta ao tipo de estímulo, nos blocos 1 e 2 os voluntários tinham a "maniqueta" de cabo amarelo (resposta aos estímulos C) na mão direita e nos blocos 3 e 4 esta passava para a mão esquerda.

Cada experiência teve duração média de 77 min, incluindo o preenchimento de um questionário com os dados pessoais do voluntário e de informações relevantes para a execução da experiência (Anexo B), esclarecimento de dúvidas e a colocação e remoção dos elétrodos.

2.3 Aquisição dos dados

Foi utilizado um computador com 2 monitores: um monitor para a estimulação visual e outro para a monitorização em tempo real do sinal EEG. Este computador foi responsável pela geração dos estímulos, pelo registo do EEG e pelo registo dos dados comportamentais referentes a cada estímulo: tipo de estímulo (C ou NC), tipo de resposta ("maniqueta" de cabo amarelo ou vermelho) e tempo de resposta. O programa foi desenvolvido em linguagem Delphi 5.0 (*Inprise Corporation*).

2.3.1 Dados comportamentais

Para cada voluntário foram criados quatro ficheiros ".txt", referentes a cada um dos quatro blocos, onde os dados comportamentais referentes a cada um dos 120 estímulos foram registados da seguinte forma:

- Tipo de estímulo: "Dist" para estímulo NC e "Alvo" para estímulo C;
- Tipo de resposta: "20" para resposta NC (ou "maniqueta" vermelha) e "40" para resposta C (ou "maniqueta" amarela);
- Tempo de resposta: tempo medido em milissegundos.

2.3.2 Dados de EEG

Para a aquisição dos dados de EEG foi utilizada uma touca (ElectroCap - Figura 2.3) onde os eléctrodos estão posicionados segundo o Sistema Internacional 10/20 (estando incorporados os eléctrodos Fz, Cz, Pz, FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, P3, P4, T3, T4, T5, T6, O1 e O2). O eléctrodo Oz foi fixado na cabeça, após pequena abrasão do local, com a ajuda de pasta eletrolítica Elefix Z-401 CE (Nihon Kohden, Japão). Nos eléctrodos da touca e nos auriculares (A1 e A2) foi utilizado o gel electrolítico Electro-Gel. Desta forma, todos os 22 canais disponíveis no amplificador BrainNet - BNT 36 (EMSA, Rio de Janeiro) foram usados para a aquisição do sinal EEG, tomando-se como referência a média dos lóbulos auriculares e o aterramento posicionado em FPz. Todas as impedâncias foram mantidas abaixo de 5 K Ω .

2.4 Pré-processamento dos dados

2.4.1 Dados comportamentais

Para a análise dos dados comportamentais apenas foram contabilizadas as respostas válidas, isto é, aquelas em que o tempo de resposta foi devidamente registado pelo equipamento, aquando do pressionar da "maniqueta".

Através dos dados comportamentais registados foram criadas as variáveis comportamentais x_{ij} , representando a variável "x" do voluntário "i" no bloco "j", apresentadas nas Tabelas 2.1 e 2.2. As variáveis comportamentais médias por voluntário (mx_i) e por bloco



Figura 2.3: Fotografia da touca ElectroCap.

(Mx_j) relativas aos tempos de resposta são apresentadas na Tabela 2.3 e relativas aos erros de resposta são apresentadas na Tabela 2.4.

2.4.2 Dados de EEG

Foi utilizado um programa de aquisição de sinais desenvolvido no LAPIS do PEB da COPPE-UFRJ (Figura 2.4). Os sinais de EEG foram adquiridos utilizando-se a maior faixa de filtragem passa-banda do equipamento, tendo como frequências de corte 0,1 - 100 Hz. Visto que o nível de interferência da rede estava bastante alto, foi também utilizado um filtro Notch de 60 Hz. Os sinais foram digitalizados a uma taxa de amostragem de 400 Hz e com resolução de 16 *bits*.

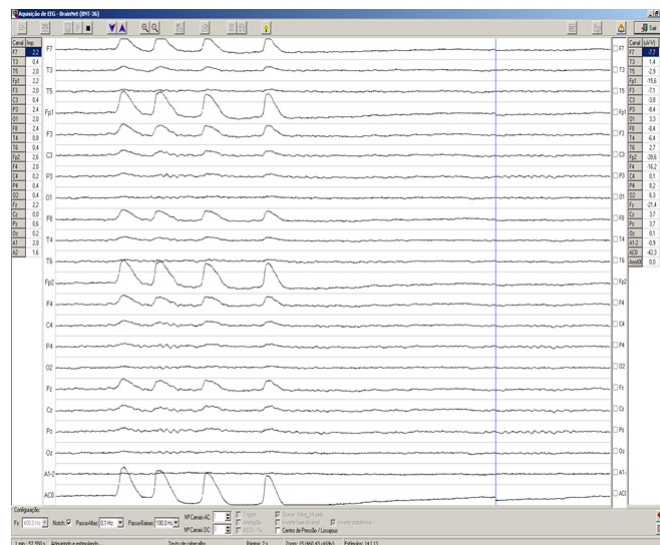


Figura 2.4: Aquisição do EEG no programa desenvolvido no LAPIS. É possível ver os parâmetros de pré-processamento utilizados e os sinais de cada derivação.

Tabela 2.1: Variáveis comportamentais do voluntário "i" ($i \rightarrow 1$ a 39) no bloco "j" ($j \rightarrow 1$ a 4).

Variável	Descrição
TR_{ij}	Média dos tempos de resposta do voluntário "i" no bloco "j".
$Alvo_{ij}$	Média dos tempos de resposta aos estímulos coincidentes do voluntário "i" no bloco "j".
$Dist_{ij}$	Média dos tempos de resposta aos estímulos não-coincidentes do voluntário "i" no bloco "j".
IS_{ij}	Diferença entre as médias dos tempos de resposta aos dois tipos de estímulo ($Dist_{ij} - Alvo_{ij}$) do voluntário "i" no bloco "j". Será o atraso no tempo de resposta caso exista Interferência de Stroop.
$eAlvo_{ij}$	Número de erros de resposta aos estímulos coincidentes do voluntário "i" no bloco "j".
$eDist_{ij}$	Número de erros de resposta aos estímulos não-coincidentes do voluntário "i" no bloco "j".
eT_{ij}	Número de erros de resposta ($eAlvo_{ij} + eDist_{ij}$) do voluntário "i" no bloco "j".
mTR_i	Média dos tempos de resposta do voluntário "i" nos quatro blocos.
$mAlvo_i$	Média dos tempos de resposta aos estímulos coincidentes do voluntário "i" nos quatro blocos.
$mDist_i$	Média dos tempos de resposta aos estímulos não-coincidentes do voluntário "i" nos quatro blocos.
mIS_i	Diferença entre os tempos de resposta aos dois tipos de estímulo ($mDist_i - mAlvo_i$) do voluntário "i" nos quatro blocos. Será a Interferência de Stroop encontrada no voluntário "i".
$meAlvo_i$	Número médio de erros de resposta aos estímulos coincidentes do voluntário "i" nos quatro blocos.
$meDist_i$	Número médio de erros de resposta aos estímulos não-coincidentes do voluntário "i" nos quatro blocos.
meT_i	Número de erros de resposta ($meAlvo_i + meDist_i$) do voluntário "i" nos quatro blocos.

2.5 Processamento dos dados

2.5.1 Dados comportamentais

Os dados comportamentais foram processados de modo a se conseguir dar resposta às seguintes questões:

- Foi registado fenómeno de interferência de Stroop?
- A dominância manual está relacionada com o fenómeno de interferência documentado?
- Os voluntários apresentaram efeito de treino ou fadiga entre os blocos?

Tabela 2.2: Variáveis comportamentais do voluntário "i" ($i \rightarrow 1$ a 39) no bloco "j" ($j \rightarrow 1$ a 4). [cont.]

Variável	Descrição
MTR_j	Média dos tempos de resposta dos 39 voluntários no bloco "j".
$MAlvo_j$	Média dos tempos de resposta aos estímulos coincidentes dos 39 voluntários no bloco "j".
$MDist_j$	Média dos tempos de resposta aos estímulos não-coincidentes dos 39 voluntários no bloco "j".
MIS_j	Diferença entre os tempos de resposta aos dois tipos de estímulo ($MDist_j - MAlvo_j$) dos 39 voluntários no bloco "j". Será a Interferência de Stroop encontrada no bloco "j".
$MeAlvo_j$	Número médio de erros de resposta aos estímulos coincidentes dos 39 voluntários no bloco "j".
$MeDist_j$	Número médio de erros de resposta aos estímulos não-coincidentes dos 39 voluntários no bloco "j".
MeT_j	Número de erros de resposta ($MeAlvo_j + MeDist_j$) dos 39 voluntários no bloco "j".
TR	Média dos tempos de resposta dos 39 voluntários nos quatro blocos.
ALVO	Média dos tempos de resposta aos estímulos coincidentes dos 39 voluntários nos quatro blocos.
DIST	Média dos tempos de resposta aos estímulos não-coincidentes dos 39 voluntários nos quatro blocos.
IS	Interferência de Stroop média dos 39 voluntários nos quatro blocos.
EALVO	Número médio de erros de resposta aos estímulos coincidentes dos 39 voluntários nos quatro blocos.
EDIST	Número médio de erros de resposta aos estímulos não-coincidentes dos 39 voluntários nos quatro blocos.
ET	Número médio de erros de resposta dos 39 voluntários nos quatro blocos.

- O efeito de treino contribuiu para um melhor desempenho na resposta aos estímulos coincidentes? E em relação à Interferência de Stroop, qual a sua evolução entre os blocos?
- Houve diferença de desempenho entre os canhotos e os destros?
- Existe alguma correlação entre as variáveis comportamentais e as variáveis de casuística?

A análise estatística dos dados comportamentais foi efetuada no programa estatístico R Versão 2.15.2 (2012-10-26). Em todos os testes foi considerado o nível de significância $\alpha=5\%$. Foi testada a normalidade das variáveis comportamentais aleatórias com o Teste de Shapiro-Wilk. Foram utilizados os seguintes testes paramétricos:

- Teste t de Student, através da função *t.test()* do programa R com as seguintes especi-

Tabela 2.3: Médias dos tempos de resposta total e a cada tipo de estímulo relativo a cada voluntário (linhas) e cada bloco (colunas).

Voluntário i	Bloco j			Média por voluntário i
	1	...	4	
1	$TR_{11}; Alvo_{11};$ $Dist_{11}$	...	$TR_{14}; Alvo_{14};$ $Dist_{14}$	$mTR_1; mAlvo_1;$ $mDist_1$
2	$TR_{21}; Alvo_{21};$ $Dist_{21}$	...	$TR_{24}; Alvo_{24};$ $Dist_{24}$	$mTR_2; mAlvo_2;$ $mDist_2$
...
39	$TR_{39\ 1}; Alvo_{39\ 1};$ $Dist_{39\ 1}$	...	$TR_{39\ 4}; Alvo_{39\ 4};$ $Dist_{39\ 4}$	$mTR_{39}; mAlvo_{39};$ $mDist_{39}$
Média por bloco j	$MTR_1; MAlvo_1;$ $MDist_1$	...	$MTR_4; MAlvo_4;$ $MDist_4$	TR; ALVO; DIST

Tabela 2.4: Médias dos erros de resposta total e a cada tipo de estímulo relativo a cada voluntário (linhas) e cada bloco (colunas).

Voluntário i	Bloco j			Média por voluntário i
	1	...	4	
1	$eT_{11}; eAlvo_{11};$ $eDist_{11}$	...	$eT_{14}; eAlvo_{14};$ $eDist_{14}$	$meT_1; meAlvo_1;$ $meDist_1$
2	$eT_{21}; eAlvo_{21};$ $eDist_{21}$	...	$eT_{24}; eAlvo_{24};$ $eDist_{24}$	$meT_2; meAlvo_2;$ $meDist_2$
...
39	$eT_{39\ 1}; eAlvo_{39\ 1};$ $eDist_{39\ 1}$	...	$eT_{39\ 4}; eAlvo_{39\ 4};$ $eDist_{39\ 4}$	$meT_{39}; meAlvo_{39};$ $meDist_{39}$
Média por bloco j	$MeT_1; MeAlvo_1;$ $MeDist_1$	...	$MeT_4; MeAlvo_4;$ $MeDist_4$	ET; EALVO; EDIST

ficações: teste bilateral em relação à hipótese alternativa; as variâncias são consideradas diferentes, sendo estimadas separadamente para ambas as amostras e sendo aplicada a aproximação de Welch para os graus de liberdade. O Teste t emparelhado foi aplicado para comparação de duas amostras dependentes;

- Testes de correlação: coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de determinação R^2 .

Por outro lado, quando os requisitos exigidos para a utilização dos testes paramétricos não eram preenchidos, como por exemplo a distribuição das amostras ser normal, os seguintes testes não-paramétricos foram utilizados:

- Teste de Wilcoxon, através da função *wilcox.test()* do programa R, sendo um teste bilateral em relação à hipótese alternativa. O Teste dos Postos Somados de Wilcoxon foi aplicado para comparação de duas amostras independentes, enquanto o Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon foi aplicado na comparação de duas amostras dependentes;
- Teste de Friedman, através da função *friedman.test()* do programa R, utilizado para a comparação concomitante entre os 4 blocos.
- Teste de correlação: coeficiente de correlação de Kendall, em que a estatística Tau é a medida de associação entre as variáveis.

2.5.2 Dados de EEG

Os sinais de EEG foram analisados no programa MATLAB[®] Versão 7.8.0 (The MathWorks Inc.), através de um algoritmo que calculava a média coerente entre as épocas de sinais todos sincronizados com base em um sinal de *trigger*. Cada época consistia em um segmento do sinal EEG correspondente ao intervalo 200 ms antes e 1000 ms depois do início da estimulação, ou seja, do aparecimento da palavra no ecrã. Para redução de artefatos, principalmente os derivados ao piscar dos olhos, o algoritmo realizava uma filtragem adaptativa [65].

Os ERPs foram extraídos de acordo com o tipo de estímulo que os provocou. Assim, para cada voluntário foram criados 4 blocos de ERPs (referentes a cada um dos 4 blocos de estimulação), cada um contendo 2 traços de ERPs (um referente aos estímulos C e outro referente aos estímulos NC). Conforme os blocos escolhidos, o algoritmo criava para cada voluntário a média coerente entre os mesmos. O programa permitia escolher fazer a junção dos blocos 1 e 2 e a junção dos blocos 3 e 4. O algoritmo calculava o "Grand Average" (GA), sendo a média coerente de todas as realizações de todos os voluntários dos blocos escolhidos. Realizava, ainda, a diferença entre os ERPs segregados de acordo com o tipo de estímulo (ERPs relativos aos estímulos NC - ERPs relativos aos estímulos C), e estimava por aplicação do Teste t "corrido" (*running t test*), a todos os 39 GAs "individuais", os intervalos temporais onde essas diferenças eram estatisticamente significativas. Desta forma foram realizadas quatro modalidades de análise: análise dos blocos 1 e 2; análise dos blocos 3 e 4; análise dos blocos em que os voluntários responderam aos estímulos C com a sua mão dominante (associação dos blocos 1 e 2 dos destros e dos blocos 3 e 4 para canhotos) e análise dos blocos em que os voluntários responderam aos estímulos NC com a sua mão dominante (associação dos blocos 1 e 2 dos canhotos e blocos 3 e 4 dos destros).

O algoritmo ajudou também na identificação dos ERPs de interesse neste estudo: o P300 e o N400. Dentro do intervalo temporal de ocorrência específico de cada potencial (entre os 250 e 600 ms para o P300 e entre os 350 e 700 ms para o N400), o algoritmo sugeria qual a deflexão positiva e negativa correspondentes ao P300 e N400, respetivamente. Caso essa marcação não fosse a correta, era possível selecionar manualmente, com a ajuda de um cursor, o potencial certo. Com o objetivo de ajudar nesta identificação dos potenciais de interesse e confirmar a sua marcação, foi utilizada filtragem digital passa-banda com frequências de corte 5 - 20 Hz para o P300 e 4 - 10 Hz para o N400.

No final da marcação, o programa retribuída as amplitudes e latências de cada potencial, tanto as relativas a cada voluntário como as relativas ao GA.

3

Apresentação de Resultados

3.1 Resultados comportamentais

As medidas estatísticas descritivas das variáveis comportamentais referentes à junção dos 4 blocos são apresentadas na Tabela 3.1. Os respectivos histogramas são apresentados na Figura 3.1. Na Tabela 3.2 são apresentados os valores-p obtidos para cada variável, quando aplicado o Teste de Normalidade Shapiro-Wilk, que toma por hipótese nula a variável aleatória ser normalmente distribuída. No Anexo C são apresentadas as medidas estatísticas das variáveis referentes a cada bloco, bem como os valores-p obtidos no Teste de Shapiro-Wilk.

Tabela 3.1: Medidas estatísticas descritivas das variáveis comportamentais definidas nas tabelas 2.1 e 2.2 N=39

Variável	Medida						
	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	DP	3º Quartil	Máximo
TR (ms)	549,8	608,9	667,4	667,4	67,3	713,7	785,0
ALVO (ms)	534,7	590,7	634,2	645,4	69,2	692,0	779,6
DIST (ms)	565,1	631,5	693,2	690,3	68,5	740,0	820,0
IS (ms)	-21,2	30,8	50,2	44,9	26,7	63,4	86,3
EALVO	0,0	0,5	1,5	1,7	1,7	2,0	8,8
EDIST	0,0	0,5	1,0	1,4	1,3	2,0	4,5
ET	0,3	1,0	2,3	3,1	2,8	4,4	12,0

CAPÍTULO 3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

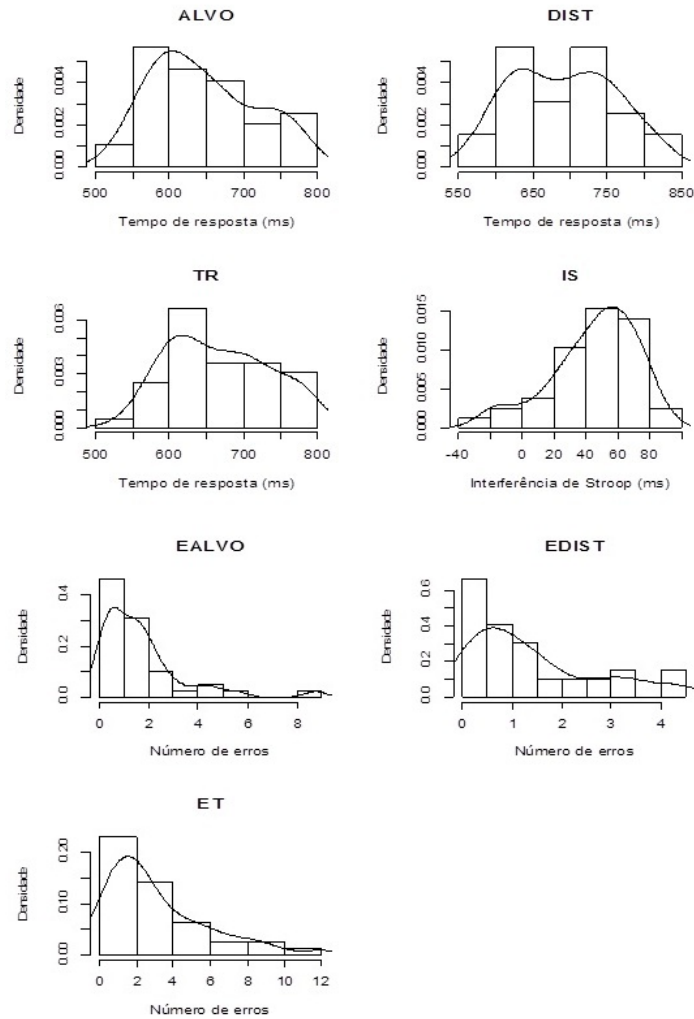


Figura 3.1: Histogramas referentes às variáveis comportamentais referentes à junção dos 4 blocos definidas nas Tabelas 2.1 e 2.2, cujas medidas de resumo são apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.2: Valores-p obtidos para cada variável quando aplicado o Teste de Normalidade Shapiro-Wilk.

Variável	TR	ALVO	DIST	IS	EALVO	EDIST	ET
Valor-p	0,10	0,06	0,27	0,04	2,2e-6	0,0003	0,0001

Considerando o nível de significância $\alpha=5\%$ e analisando os valores-p (Tabela 3.2) obtidos quando aplicado o Teste de Shapiro-Wilk, pode-se aferir que as variáveis TR, ALVO e DIST parecem seguir distribuições Normais, isto é, como os respectivos valores-p são maiores que α , a hipótese nula de normalidade é aceita. Contrariamente, as variáveis IS, EALVO, EDIST e ET

apresentam distribuição significativamente não gaussiana (Tabela 3.2), podendo-se ver através dos respectivos histogramas (Figura 3.1) que estas apresentam uma distribuição claramente assimétrica. Por este motivo, foi aplicado o teste de normalidade a cada um dos 4 blocos da variável IS, podendo dizer-se que cada uma destas variáveis segue distribuição normal Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Valores-p obtidos em cada um dos quatro blocos da variável IS quando aplicado o Teste de Normalidade Shapiro-Wilk.

Variável	<i>MIS1</i>	<i>MIS2</i>	<i>MIS3</i>	<i>MIS4</i>
Valor-p	0,56	0,65	0,29	0,46

3.1.1 Fenómeno de Interferência de Stroop

Tendo em conta o valor das variáveis ALVO e DIST na Tabela 3.1, pode-se ver que o tempo de resposta médio a todos os estímulos NC foi maior que o tempo de resposta médio a todos os estímulos C. Este resultado pode ser melhor visto na Figura 3.2.

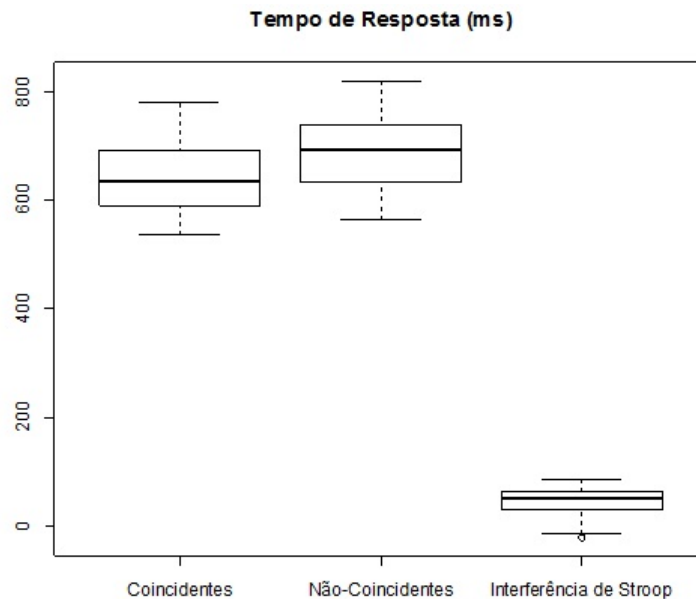


Figura 3.2: Boxplots referentes ao tempo médio de resposta aos estímulos coincidentes (ALVO), tempo médio de resposta aos estímulos não-coincidentes (DIST) e Interferência de Stroop (IS).

Tendo em conta que se pôde assumir que as variáveis ALVO e DIST provêm de uma distribuição Normal, foi aplicado um Teste t emparelhado para a diferença DIST-ALVO. Este teste assume como hipótese nula que não existe diferença entre as médias. Os valores estatísticos do teste são apresentados na tabela 3.4.

Analisando a tabela 3.4 pode ver-se que existe uma diferença positiva entre as médias

CAPÍTULO 3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Tabela 3.4: Valores estatísticos do Teste t emparelhado para diferença entre as médias DIST - ALVO.

Estatística	Estimativa
Estatística t	10,49
Graus de Liberdade	38
Valor-p	8,7e-13
Intervalo de Confiança da Diferença (95%)	36,3 ms \leftrightarrow 53,6 ms
Diferença entre as médias	44,9 ms

dos tempos de resposta aos estímulos NC e C (DIST-ALVO) que é claramente significativa (valor-p $\ll \alpha=0,05$). Pode-se concluir então que foi documentado o fenómeno de Interferência de Stroop neste estudo.

Analisando a variável IS (Tabela 3.1) pode constatar-se que o seu valor mínimo é de -21,2 ms. Este valor representa a variável *mIS21* (diferença entre os tempos médios de resposta aos estímulos NC e C do voluntário 21 nos 4 blocos). Os voluntários 13 e 34 também apresentaram diferença negativa entre os dois tempos médios de resposta (*mIS13* = -10,2 ms e *mIS34* = -16,6 ms, respetivamente). Foi aplicado o Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon (teste para amostras dependentes) aos respetivos *mDisti* e *mAlvoi* (N=4) para aferir se a sua diferença é estatisticamente significativa. Os valores-p obtidos, bem como o género e dominância manual dos indivíduos são apresentados na Tabela 3.5.

Tabela 3.5: Valores-p obtidos no Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, género e dominância manual dos voluntários que não apresentaram Interferência de Stroop.

Voluntário i	Género	Dominância Manual	<i>mISi</i> [<i>mDisti</i> - <i>mAlvoi</i>] (ms)	N	Valor-p
13	Masculino	Destro	-10,2 [769,4 - 779,6]	4	0,25
21	Feminino	Canhoto	-21,2 [701,9 - 723,1]	4	0,63
34	Masculino	Canhoto	-16,6 [594,0 - 610,6]	4	0,63

Assim pode-se concluir que apenas 3 voluntários (2 homens e 1 mulher, sendo 2 canhotos e um destro) não apresentaram Interferência de Stroop estatisticamente significativa.

Tabela 3.6: Valores-p obtidos no Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, quando aplicado entre as variáveis EDIST e EALVO.

Variável	Média \pm DP	Mediana [mín ; máx]	N	Valor-p
EDIST	1,4 \pm 1,3	1,0 [0,0 ; 4,5]	39	0,24
EALVO	1,7 \pm 1,7	1,5 [0,0 ; 8,8]	39	

Em relação ao número médio de erros dado aos dois tipos de estímulo, a diferença não

é significativa (Tabela 3.6).

3.1.2 Relação entre dominância manual e fenómeno de interferência

Todos os voluntários responderam a cada tipo de estímulo tanto com a sua mão dominante como com a não-dominante (Tabela 3.7).

Tabela 3.7: Blocos nos quais os voluntários responderam a cada tipo de estímulo tanto com a mão dominante como com a não-dominante.

Dominância manual	Nº de Voluntários	Resposta com mão dominante		Resposta com mão não-dominante	
		EC	ENC	EC	ENC
Canhoto	17	Blocos 3 e 4	Blocos 1 e 2	Blocos 1 e 2	Blocos 3 e 4
Destro	22	Blocos 1 e 2	Blocos 3 e 4	Blocos 3 e 4	Blocos 1 e 2

Por voluntário, todos os tempos de resposta dados aos estímulos C nos blocos 1 e 2 foram agregados, criando-se o "super-bloco 1e2 dos EC". Foi feito o mesmo para os blocos 3 e 4, criando-se assim o "super-bloco 3e4 dos EC". Para os tempos de resposta aos estímulos NC, também se criaram o "super-bloco 1e2 dos ENC" e o "super-bloco 3e4 dos ENC". Desta forma foram criados 4 "super-blocos" (SB) por voluntário, tendo sido calculada a média de cada um. Esta agregação foi feita de modo a se poder fazer uma comparação "Dominante vs Não-dominante" na resposta dada a cada tipo de estímulo. Assim, tendo em conta a dominância manual de cada voluntário, foram criadas as variáveis definidas na tabela 3.8, cujas medidas de resumo são apresentadas na Tabela 3.9. Foi também aplicado Teste de Normalidade Shapiro-Wilk a estas variáveis, cujos valores-p obtidos são apresentados na Tabela 3.10.

Analisando a Tabela 3.10, pode-se dizer que apenas a variável ND-EC apresenta distribuição significativamente não gaussiana. Para se ver qual a diferença em responder aos estímulos coincidentes com a mão dominante e com a não-dominante (D-EC vs ND-EC) foi aplicado o Teste de Wilcoxon para amostras dependentes. Como se pode assumir que as variáveis D-ENC e ND-ENC provêm de distribuições normais, foi aplicado o Teste t emparelhado para se ver a diferença entre responder aos estímulos NC com a mão dominante e com a não-dominante (D-ENC vs ND-ENC). Analisando a Tabela 3.11, pode-se concluir que não existe diferença estatisticamente significativa em responder aos diferentes tipos de estímulo quer seja com a mão dominante quer seja com a mão não-dominante.

Por outro lado, comparando a diferença entre os tempos de resposta aos estímulos NC e os estímulos C com a mão dominante (D-ENC vs D-EC) através do Teste t emparelhado e comparando a mesma diferença com a mão não-dominante (ND-ENC vs ND-EC) através do Teste de Wilcoxon para amostras dependentes (Tabela 3.12), pode-se concluir que se encontra Interferência de Stroop, estatisticamente significativa, respondendo tanto com a mão dominante como com a não-dominante.

CAPÍTULO 3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Tabela 3.8: Variáveis de dominância manual.

Variável	Descrição
D-EC (ms)	Tempo médio de resposta aos estímulos coincidentes, dos 39 voluntários, nos dois blocos em que responderam a este tipo de estímulo com a mão dominante (será a média dos "SB 3e4 dos EC" dos canhotos e dos "SB 1e2 dos EC" dos destros).
ND-EC (ms)	Tempo médio de resposta aos estímulos coincidentes, dos 39 voluntários, nos dois blocos em que responderam a este tipo de estímulo com a mão não-dominante (será a média dos "SB 1e2 dos EC" dos canhotos e dos "SB 3e4 dos EC" dos destros).
D-ENC (ms)	Tempo médio de resposta aos estímulos não-coincidentes, dos 39 voluntários, nos dois blocos em que responderam a este tipo de estímulo com a mão dominante (será a média dos "SB 1e2 dos ENC" dos canhotos e dos "SB 3e4 dos ENC" dos destros).
ND-ENC (ms)	Tempo médio de resposta aos estímulos não-coincidentes, dos 39 voluntários, nos dois blocos em que responderam a este tipo de estímulo com a mão não-dominante (será a média dos "SB 3e4 dos ENC" dos canhotos e dos "SB 1e2 dos ENC" dos destros).

Tabela 3.9: Medidas estatísticas descritivas das variáveis de dominância manual definidas na tabela 3.8. N=39

Variável	Medida						
	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	DP	3º Quartil	Máximo
D-EC (ms)	526,9	596,9	639,6	643,1	67,2	674,8	791,0
ND-EC (ms)	520,4	587,3	628,5	647,2	77,6	709,3	789,8
D-ENC (ms)	559,4	628,2	676,4	686,3	73,0	737,8	815,5
ND-ENC (ms)	570,9	644,3	690,7	694,1	68,3	743,9	824,7

Tabela 3.10: Valores-p obtidos para cada variável de dominância manual quando aplicado o Teste de Normalidade Shapiro-Wilk.

Variável	D-EC	ND-EC	D-ENC	ND-ENC
Valor-p	0,33	0,004	0,17	0,56

3.1.3 Efeito de treino ou fadiga entre os blocos

A evolução temporal, tanto dos tempos médios de resposta como do número médio de erros de resposta, foi avaliada do 1º ao 4º blocos através do teste não-paramétrico de Friedman (Tabela 3.13). Na Figura 3.3 são apresentadas as variáveis $MTRj$ e $MeTj$ para se perceber esta evolução ao longo dos blocos.

Analisando os dados referentes ao tempo médio de resposta, pode-se ver que existiu

Tabela 3.11: Valores-p obtidos nas comparações "D-EC vs ND-EC" e "D-ENC vs ND-ENC".

Variável	Média \pm DP (ms)	Mediana [mín ; máx]	N	Valor-p
D-EC	643,1 \pm 67,2	639,6 [526,9 ; 591,0]	39	Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon (0,84)
ND-EC	647,2 \pm 77,6	628,5 [520,4 ; 789,8]	39	
D-ENC	686,3 \pm 73,0	676,4 [559,4 ; 815,5]	39	Teste t emparelhado (0,19)
ND-ENC	694,1 \pm 68,3	690,7 [570,9 ; 824,7]	39	

Tabela 3.12: Valores-p obtidos nas comparações "D-ENC vs D-EC" e "ND-ENC vs ND-EC".

Variável	Média \pm DP (ms)	Mediana	N	Valor-p
D-ENC	686,3 \pm 73,0	676,4 [559,4 ; 815,5]	39	Teste de t emparelhado (3,5e-8)
D-EC	643,1 \pm 67,2	639,6 [526,9 ; 791,0]	39	
ND-ENC	694,1 \pm 68,3	690,7 [570,9 ; 824,7]	39	Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon (1,9e-6)
ND-EC	647,2 \pm 77,6	628,5 [520,4 ; 789,8]	39	

Tabela 3.13: Evolução das variáveis MTR_j e MeT_j ao longo dos quatro blocos e respectiva avaliação através do Teste de Friedman, que toma por hipótese nula existirem apenas diferenças aleatórias entre as k amostras (k=4).

Bloco j	$MTR_j \pm DP$ (ms)	Teste de Friedman Valor-p	$MeT_j \pm DP$	Teste de Friedman Valor-p
1	682,7 \pm 69,3	3,3e-5	3,3 \pm 3,3	0,75
2	665,4 \pm 76,2		3,0 \pm 3,0	
3	671,5 \pm 75,2		3,0 \pm 3,0	
4	650,1 \pm 65,9		3,2 \pm 3,2	

claramente um efeito de treino/aprendizagem, estatisticamente significativo, no decorrer da experiência (Tabela 3.13, Figura 3.3). No entanto, entre os blocos 2 e 3, esta diferença no desempenho dos voluntários não é significativa (Tabela 3.14). Por outro lado, o número médio de erros de resposta permaneceu constante, não havendo diferença significativa entre qualquer um dos 4 blocos (Tabela 3.13 e 14, Figura 3.3).

3.1.4 Relação entre efeito de treino e desempenho dos voluntários

A evolução temporal do tempo médio de resposta aos estímulos C e da Interferência de Stroop foi analisada do 1º ao 4º bloco para se perceber qual a influência do efeito de treino sobre estas variáveis (Tabela 3.15, Figura 3.4).

O efeito de treino influenciou significativamente o desempenho dos voluntários na resposta aos estímulos C (Tabela 3.15, Figura 3.4). No entanto, entre os blocos 2 e 3 esta

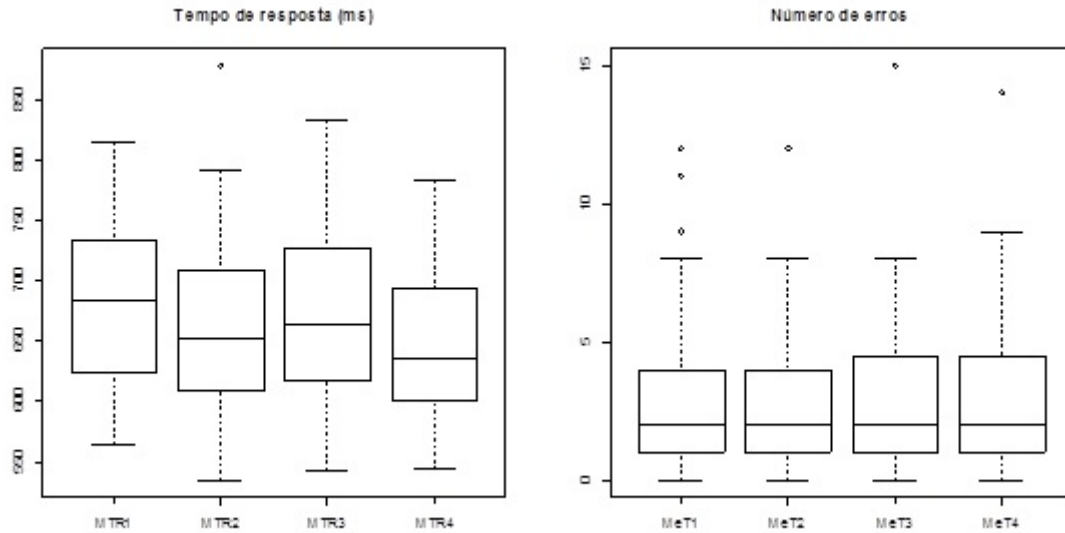


Figura 3.3: Boxplots referentes às variáveis MTR_j e MeT_j .

Tabela 3.14: Comparação pareada, por blocos, das variáveis referentes ao tempo médio de resposta e ao número médio de erros. Os testes estatísticos tomam como hipótese nula que a diferença entre as variáveis é igual a zero.

Comparação	Teste t emparelhado Valor-p	Comparação	Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon Valor-p
MTR1 vs. MTR2	0,02	MeT1 vs. MeT2	0,62
MTR2 vs. MTR3	0,37	MeT2 vs. MeT3	0,93
MTR3 vs. MTR4	8,6e-5	MeT3 vs. MeT4	0,42

Tabela 3.15: Evolução das variáveis MAI_{oj} e MIS_j ao longo dos quatro blocos e respectiva avaliação através do Teste de Friedman.

Bloco j	$MAI_{oj} \pm DP$ (ms)	Teste de Friedman Valor-p	$MIS_j \pm DP$ (ms)	Teste de Friedman Valor-p
1	660,2 \pm 72,3	2,1e-5	45,8 \pm 39,0	0,88
2	641,9 \pm 80,0		47,8 \pm 38,6	
3	650,7 \pm 78,5		42,6 \pm 37,1	
4	628,8 \pm 70,6		43,5 \pm 34,6	

diferença não é significativa (Tabela 3.16). Por outro lado, a Interferência de Stroop não sofreu influência de tal efeito, tendo-se mantido constante ao longo dos 4 blocos (Tabela 3.15 e 16, Figura 3.4).

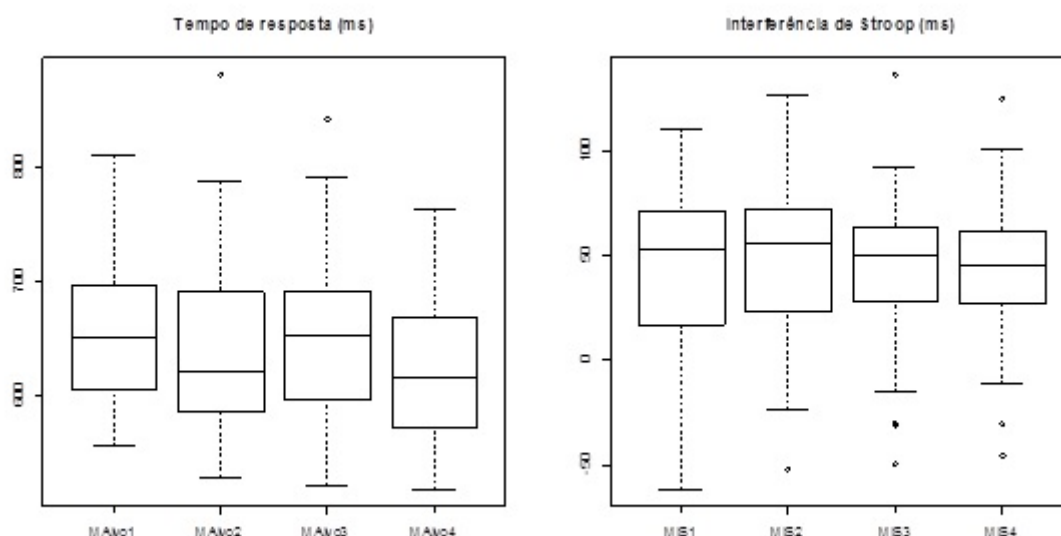


Figura 3.4: Boxplots referentes às variáveis $MAvoj$ e $MISj$.

Tabela 3.16: Comparação pareada, por blocos, das variáveis referentes ao tempo médio de resposta aos estímulos coincidentes e à Interferência de Stroop.

Comparação	Teste dos Postos	Comparação	Teste t
	Sinalizados de Wilcoxon Valor-p		emparelhado Valor-p
MAvo1 vs. MAvo2	0,0007	MIS1 vs. MIS2	0,72
MAvo2 vs. MAvo3	0,12	MIS2 vs. MIS3	0,50
MAvo3 vs. MAvo4	1,5e-5	MIS3 vs. MIS4	0,84

3.1.5 Comparação Canhotos vs Destros

Apesar do número de canhotos e de destros não ter sido igual no vigente estudo (43,6% e 56,4%, respetivamente), obteve-se um número significativo tanto de canhotos como de destros para se poder comparar o desempenho comportamental entre as duas amostras. Assim, foram criadas as variáveis apresentadas nas Tabelas 2.1 e 2.2, desta vez em separado para a amostra da população de canhotos (variável "x-C", N=17) e para a amostra da população de destros (variável "x-D", N=22). As medidas estatísticas destas variáveis comportamentais, bem como os respetivos valores-p obtidos quando aplicado Teste de Normalidade Shapiro-Wilk, são apresentadas na Tabela 3.17.

Analisando a Tabela 3.17, as variáveis TR-C, ALVO-C, DIST-C, IS-C, DIST-D e IS-D podem ser consideradas provenientes de distribuições normais. Todas as outras não podem ser consideradas normalmente distribuídas.

Como era de esperar, os voluntários foram mais lentos na resposta aos estímulos NC do

CAPÍTULO 3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Tabela 3.17: Medidas estatísticas descritivas das variáveis comportamentais referentes aos canhotos e destros e respectivos valores-p quando aplicado Teste de Shapiro-Wilk.

Variável	Medida							
	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	DP	3º Quartil	Máximo	Valor-p
CANHOTOS (N=17)								
TR-C (ms)	549,8	596,7	689,8	664,7	72,6	712,2	783,3	0,17
ALVO-C (ms)	534,7	587,8	657,3	645,5	73,1	723,1	757,7	0,22
DIST-C (ms)	565,1	610,6	702,0	684,8	74,9	742,8	809,7	0,17
IS-C (ms)	-21,2	30,5	45,7	39,3	27,3	55,2	74,3	0,09
EALVO-C	0,3	0,3	1,0	1,3	1,4	1,8	5,5	0,0005
EDIST-C	0,0	0,5	0,8	1,2	1,1	1,5	3,5	0,009
ET-C	0,5	1,0	1,8	2,5	2,2	2,5	8,5	0,002
DESTROS (N=22)								
TR-D (ms)	569,1	621,2	646,2	669,5	64,6	711,5	785,0	0,05
ALVO-D (ms)	547,0	595,5	622,1	645,3	67,8	681,5	779,6	0,02
DIST-D (ms)	591,5	645,6	677,2	694,6	64,6	736,4	820,0	0,30
IS-D (ms)	-10,2	39,3	55,4	49,3	26,0	69,6	86,3	0,17
EALVO-D	0,0	0,6	1,5	2,0	1,9	2,4	8,8	0,0002
EDIST-D	0,0	0,3	1,3	1,6	1,4	2,3	4,5	0,009
ET-D	0,3	1,1	2,6	3,6	3,1	4,6	12,0	0,01

Tabela 3.18: Valores-p obtidos nos testes estatísticos para amostras dependentes, referentes à diferença entre as duas amostras de tempo de resposta (Não-Coincidentes vs Coincidente) dos voluntários canhotos e destros.

Variável	Média \pm DP (ms)	Mediana [Mín ; Máx]	N	Valor-p
DIST-C	684,8 \pm 74,9	702,0 [565,1 ; 809,7]	17	Teste de t emparelhado (2,1e-5)
ALVO-C	645,5 \pm 73,1	657,3 [534,7 ; 757,7]	17	
DIST-D	694,6 \pm 64,6	677,2 [591,5 ; 820,0]	22	Teste de Postos Sinalizados de Wilcoxon (2,4e-6)
ALVO-D	645,3 \pm 67,8	622,1 [547,0 ; 779,6]	22	

que aos C (Figura 3.5). Assim, tanto os voluntários canhotos como os destros apresentaram Interferência de Stroop, claramente significativa (Tabela 3.18).

Não foi encontrada qualquer diferença, estatisticamente significativa, entre qualquer uma das variáveis comportamentais quando feita a comparação "Canhoto vs Destro" (Tabela 3.19).

Analisando a evolução temporal do tempo médio de resposta do 1º ao 4º bloco (Tabela 3.20, Figura 3.6) pode-se ver que os canhotos tiveram um desempenho comportamental diferente dos destros: enquanto os destros apresentam um efeito de treino, estatisticamente significativo, ao longo dos 4 blocos, as variações dos tempos médios de resposta dos canhotos são apenas aleatórias, tendo-se mantido estatisticamente constante ao longo da experiência.

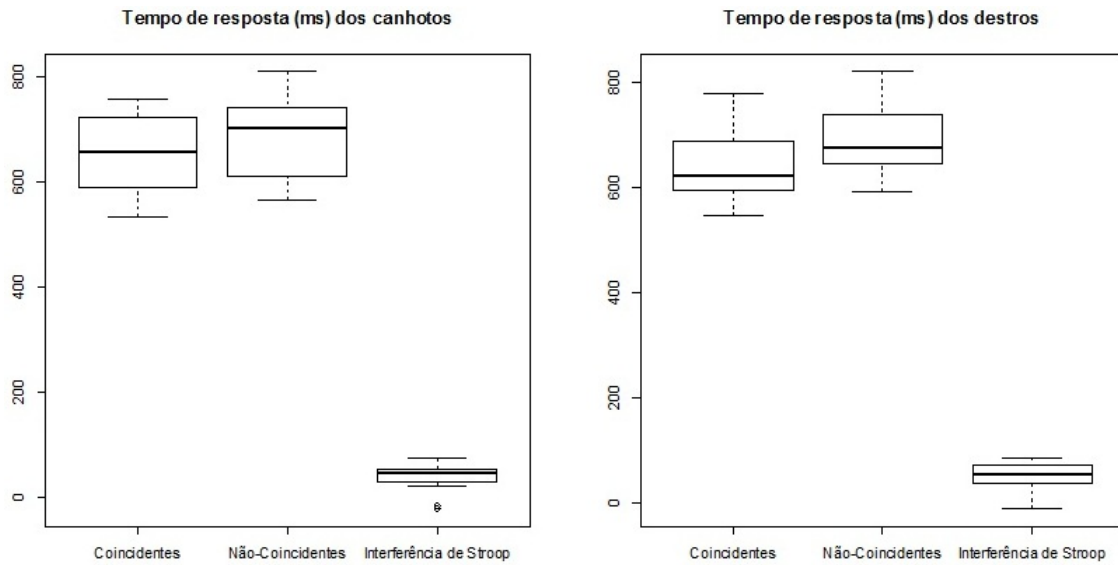


Figura 3.5: Boxplots referentes ao tempo médio de resposta aos estímulos coincidentes, tempo médio de resposta aos estímulos não-coincidentes e Interferência de Stroop dos canhotos (à esquerda) e dos destros (à direita).

Tabela 3.19: Comparação entre as variáveis comportamentais referentes aos canhotos e aos destros.

Variável	Média \pm DP (ms)	Mediana [Mín ; Máx]	N	Valor-p
TR-C (ms)	664,7 \pm 72,6	689,8 [549,8 ; 783,3]	17	Teste Postos Somados de Wilcoxon (0,68)
TR-D (ms)	669,5 \pm 64,6	646,2 [569,1 ; 785,0]	22	
ALVO-C (ms)	645,5 \pm 73,1	657,3 [534,7 ; 757,7]	17	Teste Postos Somados de Wilcoxon (0,99)
ALVO-D (ms)	645,3 \pm 67,8	622,1 [547,0 ; 779,6]	22	
DIST-C (ms)	684,8 \pm 74,9	702,0 [565,1 ; 809,7]	17	Teste t para amostras independentes (0,67)
DIST-D (ms)	694,6 \pm 64,6	677,2 [591,5 ; 820,0]	22	
IS-C (ms)	39,3 \pm 27,3	45,7 [-21,2 ; 74,3]	17	Teste t para amostras independentes (0,25)
IS-D (ms)	49,3 \pm 26,0	55,4 [-10,2 ; 86,3]	22	
EALVO-C	1,3 \pm 1,4	1,0 [0,3 ; 5,5]	17	Teste Postos Somados de Wilcoxon (0,15)
EALVO-D	2,0 \pm 1,9	1,5 [0,0 ; 8,8]	22	
EDIST-C	1,2 \pm 1,1	0,8 [0,0 ; 3,5]	17	Teste Postos Somados de Wilcoxon (0,49)
EDIST-D	1,6 \pm 1,4	1,3 [0,0 ; 4,5]	22	
ET-C	2,5 \pm 2,2	1,8 [0,5 ; 8,5]	17	Teste Postos Somados de Wilcoxon (0,26)
ET-D	3,6 \pm 3,1	2,6 [0,3 ; 12,0]	22	

No entanto, a diferença entre os blocos 2 e 3 não é significativa (Tabela 3.21). Quanto ao número médio de erros de resposta, este permaneceu constante, tanto nos voluntários canhotos como nos destros (Tabelas 3.20 e 3.21, Figura 3.6).

O efeito de treino influenciou significativamente o desempenho dos voluntários destros na resposta aos estímulos C. Por outro lado, a resposta aos estímulos C, por parte dos

CAPÍTULO 3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Tabela 3.20: Evolução das variáveis MTR_j -C, MTR_j -D, MeT_j -C e MeT_j -D ao longo dos quatro blocos e respectiva comparação através do Teste de Friedman.

Bloco j	MTR_j -C \pm DP (ms)	Teste de Friedman Valor-p	MTR_j -D \pm DP (ms)	Teste de Friedman Valor-p
1	678,4 \pm 80,1	0,11	686,1 \pm 61,3	9,7e-5
2	664,3 \pm 89,0		666,2 \pm 67,0	
3	666,6 \pm 81,9		675,2 \pm 71,3	
4	649,6 \pm 63,7		650,4 \pm 69,1	
Bloco j	MeT_j -C \pm DP (ms)	Teste de Friedman Valor-p	MeT_j -D \pm DP (ms)	Teste de Friedman Valor-p
1	2,7 \pm 2,6	0,93	3,8 \pm 3,7	0,65
2	2,5 \pm 3,1		3,4 \pm 2,8	
3	2,6 \pm 2,5		3,2 \pm 3,4	
4	2,4 \pm 2,1		3,8 \pm 3,7	

Tabela 3.21: Comparação pareada, por blocos, das variáveis referentes ao tempo médio de resposta e ao número médio de erros de resposta dos voluntários canhotos e destros.

Comparação	Teste t emparelhado (Valor-p)	Comparação	Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon (Valor-p)
MTR1-C vs. MTR2-C	0,33	MTR1-D vs. MTR2-D	0,02
MTR2-C vs. MTR3-C	0,87	MTR2-D vs MTR3-D	0,23
MTR3-C vs. MTR4-C	0,08	MTR3-D vs. MTR4-D	8,1e-5
Comparação	Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon (Valor-p)	Comparação	Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon (Valor-p)
MeT1-C vs. MeT2-C	0,62	MeT1-D vs. MeT2-D	0,90
MeT2-C vs. MeT3-C	0,63	MeT2-D vs MeT3-D	0,75
MeT3-C vs. MeT4-C	0,80	MeT3-D vs. MeT4-D	0,17

voluntários canhotos, manteve-se constante ao longo dos 4 blocos (Tabelas 3.22 e 3.23, Figura 3.7). Quanto à evolução temporal da Interferência de Stroop registrada, esta manteve-se estável, tanto para os canhotos como para os destros (Tabela 3.22 e 3.23, Figura 3.7).

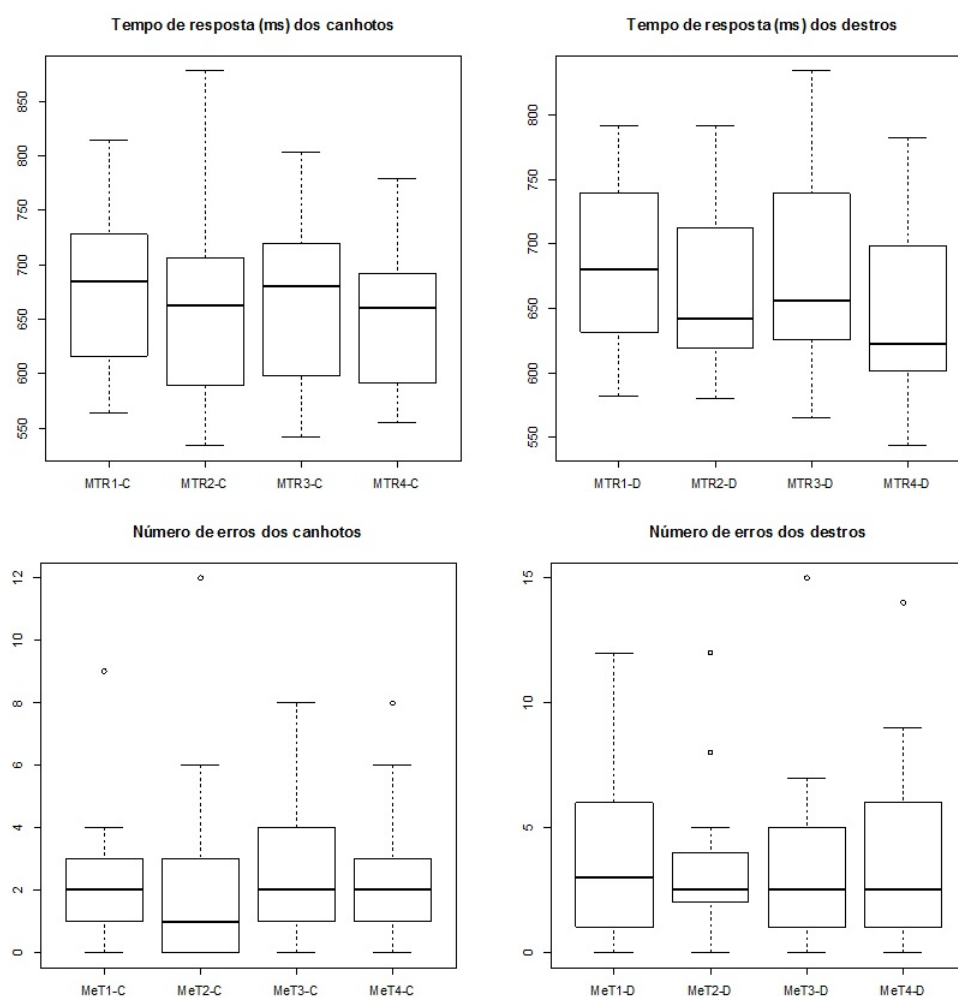


Figura 3.6: Boxplots referentes às variáveis MTR_j -C e MTR_j -D (quadro superior) e MeT_j -C e MeT_j -D (quadro inferior).

3.1.6 Correlação entre variáveis comportamentais e variáveis de casuística

3.1.6.1 Correlação entre "Gênero" e as variáveis comportamentais

Não se observou correlação significativa entre a variável casuística "Gênero" e as variáveis comportamentais TR, ALVO, IS e ET, podendo-se concluir que não houve diferenças de desempenho entre os indivíduos do sexo masculino e feminino (Tabela 3.24).

3.1.6.2 Correlação entre "Idade" e as variáveis comportamentais

Não se observou correlação significativa entre a variável casuística "Idade" e as variáveis comportamentais TR, ALVO, IS e ET, podendo-se concluir que a idade dos voluntários não influenciou o seu desempenho (Tabela 3.25).

CAPÍTULO 3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Tabela 3.22: Evolução das variáveis $MAIvo_j$ -C, $MAIvo_j$ -D, MIS_j -C e MIS_j -D ao longo dos quatro blocos e respectiva avaliação através do Teste de Friedman.

Bloco j	$MAIvo_j$ -C \pm DP (ms)	Teste de Friedman Valor-p	$MAIvo_j$ -D \pm DP (ms)	Teste de Friedman Valor-p
1	660,4 \pm 84,3	0,11	660,1 \pm 63,5	0,0002
2	648,5 \pm 93,5		636,9 \pm 69,7	
3	644,9 \pm 81,3		655,2 \pm 77,9	
4	628,3 \pm 64,9		629,2 \pm 76,2	
Bloco j	MIS_j -C \pm DP (ms)	Teste de Friedman Valor-p	MIS_j -D \pm DP (ms)	Teste de Friedman Valor-p
1	36,6 \pm 39,2	0,54	52,8 \pm 38,2	0,17
2	32,4 \pm 43,3		59,7 \pm 30,5	
3	44,5 \pm 31,1		41,2 \pm 41,9	
4	43,5 \pm 29,4		43,5 \pm 39,9	

Tabela 3.23: Comparação pareada, por blocos, das variáveis referentes ao tempo médio de resposta aos estímulos coincidentes e à Interferência de Stroop dos voluntários canhotos e destros.

Comparação	Teste t emparelhado (Valor-p)	Comparação	Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon (Valor-p)
MAIvo1-C vs. MAIvo2-C	0,47	MAIvo1-D vs. MAIvo2-D	0,003
MAIvo2-C vs. MAIvo3-C	0,82	MAIvo2-D vs. MAIvo3-D	0,11
MAIvo3-C vs. MAIvo4-C	0,09	MAIvo3-D vs. MAIvo4-D	2,6e-5
Comparação	Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon (Valor-p)	Comparação	Teste t emparelhado (Valor-p)
MIS1-C vs. MIS2-C	0,64	MIS1-D vs. MIS2-D	0,32
MIS2-C vs. MIS3-C	0,21	MIS2-D vs. MIS3-D	0,09
MIS3-C vs. MIS4-C	0,96	MIS3-D vs. MIS4-D	0,70

3.1.6.3 Correlação entre "Nível de Escolaridade" e as variáveis comportamentais

Na Tabela 3.26 encontram-se os valores estatísticos das variáveis comportamentais de acordo com o "Nível de Escolaridade" e na Figura 3.8 podem-se ver os respetivos boxplots. Não se observou correlação significativa entre a variável casuística "Nível de Escolaridade" e as variáveis comportamentais TR, ALVO, IS e ET (Tabela 3.27).

CAPÍTULO 3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

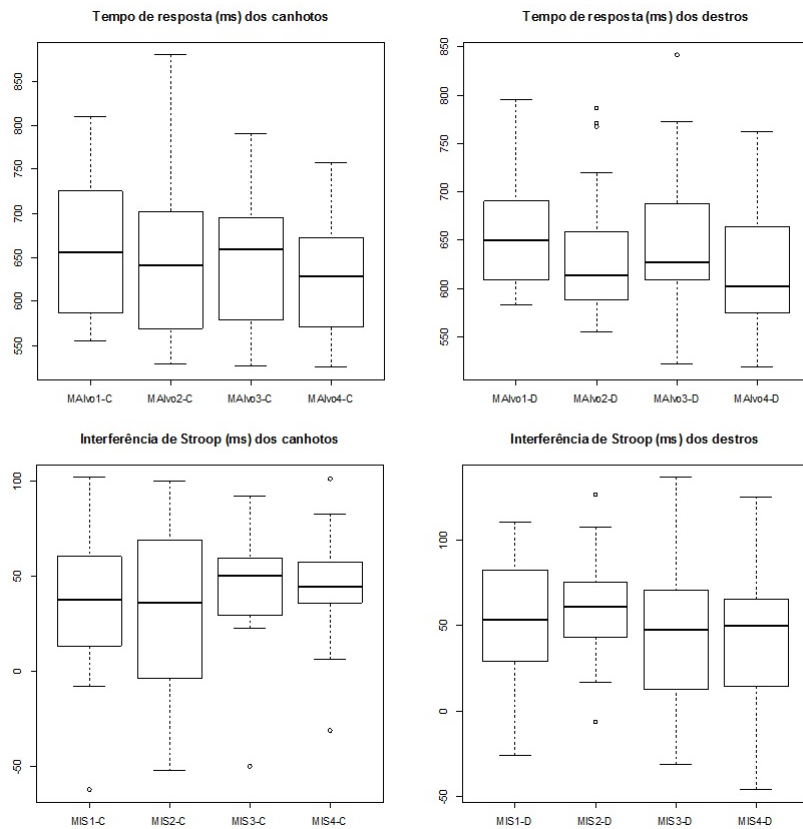


Figura 3.7: Boxplots referentes às variáveis *MA1voj-C* e *MA1voj-D* (quadro superior) e *MISj-C* e *MISj-D* (quadro inferior).

Tabela 3.24: Correlação entre "Gênero" e as variáveis comportamentais.

Variável	Estatística	Masculino	Feminino
TR (ms)	Média \pm DP	662,2 \pm 62,0	675,7 \pm 76,5
	Valor-p da estatística t	0,57	
	R^2	0,010	
ALVO (ms)	Média \pm DP	643,1 \pm 66,1	656,8 \pm 79,1
	Valor-p da estatística t	0,58	
	R^2	0,017	
IS (ms)	Média \pm DP	48,2 \pm 25,5	38,3 \pm 27,9
	Valor-p da estatística t	0,27	
	R^2	0,039	
ET	Média \pm DP	3,0 \pm 2,1	3,4 \pm 3,7
	Teste Wilcoxon - valor-p	0,52	
	Teste Kendall - coeficiente τ	0,089	
	Valor-p	0,52	

CAPÍTULO 3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

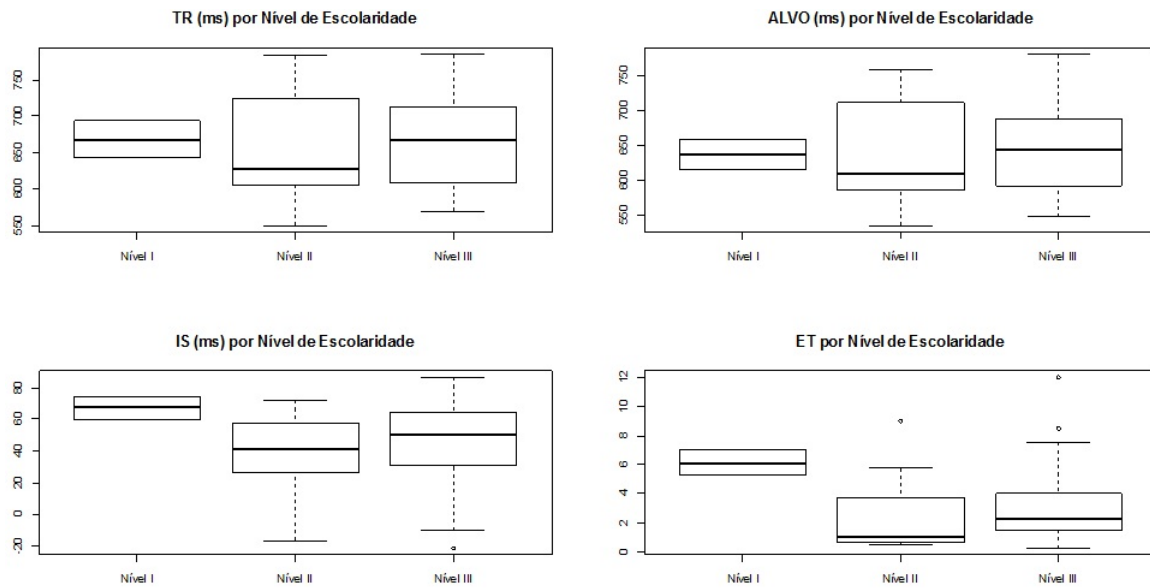


Figura 3.8: Boxplots referentes às variáveis comportamentais de acordo com o Nível de Escolaridade.

Tabela 3.25: Correlação entre "Idade" e as variáveis comportamentais.

Variável	Teste Kendall - coeficiente τ	Valor-p
TR (ms)	0,046	0,69
ALVO (ms)	0,046	0,69
IS (ms)	0,024	0,84
ET	-0,108	0,35

Tabela 3.26: Variáveis comportamentais de acordo com o "Nível de Escolaridade".

Nível de Escolaridade	N	TR \pm DP (ms)	ALVO \pm DP (ms)	IS \pm DP (ms)	ET \pm DP
I	2	668,6 \pm 35,4	636,0 \pm 30,2	67,1 \pm 10,2	6,1 \pm 1,2
II	8	656,3 \pm 79,7	637,5 \pm 78,7	38,4 \pm 27,4	2,5 \pm 3,1
III	29	670,4 \pm 66,8	648,3 \pm 69,9	45,3 \pm 27,0	3,1 \pm 2,7

Tabela 3.27: Correlação entre "Nível de Escolaridade" e as variáveis comportamentais.

Variável	Teste Kendall - coeficiente τ	Valor-p
TR (ms)	0,029	0,82
ALVO (ms)	0,050	0,70
IS (ms)	-0,004	0,97
ET	0,034	0,80

3.2 Resultados de EEG

3.2.1 *Grand Average*

Para cada modalidade de análise, isto é, blocos 1 e 2; blocos 3 e 4; blocos em que os voluntários responderam ao tipo de estímulo C com a sua mão dominante e blocos em que os voluntários responderam ao tipo de estímulo NC com a sua mão dominante, foi obtido um "Grand Average" (GA12, GA34, GADomCoin e GADomNCoin, respetivamente). Estes representam a média coerente das épocas de sinal, referentes às 240 realizações (120 estimulações coincidentes e 120 estimulações não-coincidentes) dos respetivos blocos, de todos os voluntários, realizada para todas as derivações. Nos GAs, as linhas azuis representam os ERPs obtidos quando a estimulação era do tipo coincidente e as linhas vermelhas representam os ERPs obtidos quando a estimulação era do tipo não-coincidente. As respetivas avaliações são apresentadas abaixo.

3.2.1.1 Blocos 1 e 2

Na Figura 3.9 é apresentado o "Grand Average 1 e 2" (GA12).

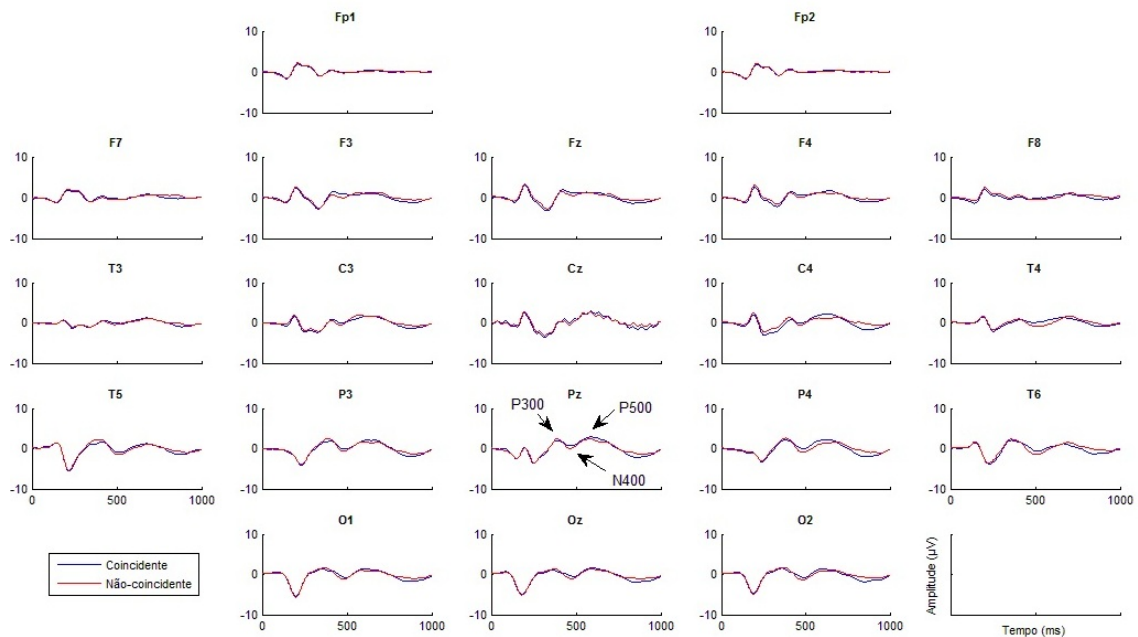


Figura 3.9: "Grand Average 1 e 2". ERPs obtidos, por meio da média coerente entre todas as realizações dos blocos 1 e 2 de todos os voluntários, de acordo com o tipo de estímulo: coincidente (traço azul) e não-coincidente (traço vermelho). Os ERPs de interesse P300 e N400 são evidenciados, bem como o P500.

Por observação do GA12, o P300 é visível em todas as derivações, ocorrendo 400 ms pós-estímulo e apresentando maiores amplitudes nas regiões centro-parietais. Verifica-se simetria inter-hemisférica e não parece haver distinção saliente entre os 2 componentes deste potencial (P3a e P3b). Em relação ao potencial N400, este é também observado em todas as

derivações, sendo menos evidente na região frontal e apresentando uma latência de 500 ms pós-estímulo. Relativamente aos ERP obtidos de acordo com o tipo de estímulo não parece existir diferença entre as latências dos potenciais P300 e N400.

As maiores diferenças entre os ERPs correspondentes ao tipo de estímulo que os deflagrou parecem ocorrer entre os 350 e os 700 ms pós-estímulo. É neste intervalo temporal que se encontram os ERPs de interesse P300 e N400, bem como o potencial mais tardio P500. Estas diferenças nos traços são mais evidentes no hemisfério direito, onde os ERPs relativos aos estímulos NC apresentam maiores amplitudes (quer seja maior amplitude positiva do P300, quer seja maior amplitude negativa do N400). Estas diferenças são melhor visualizadas na figura 3.10, onde é representada, para cada derivação, a diferença entre os ERPs referentes aos estímulos NC e os ERP referentes aos estímulos C. São também apresentados os intervalos temporais onde foi estimada significância para estas diferenças.

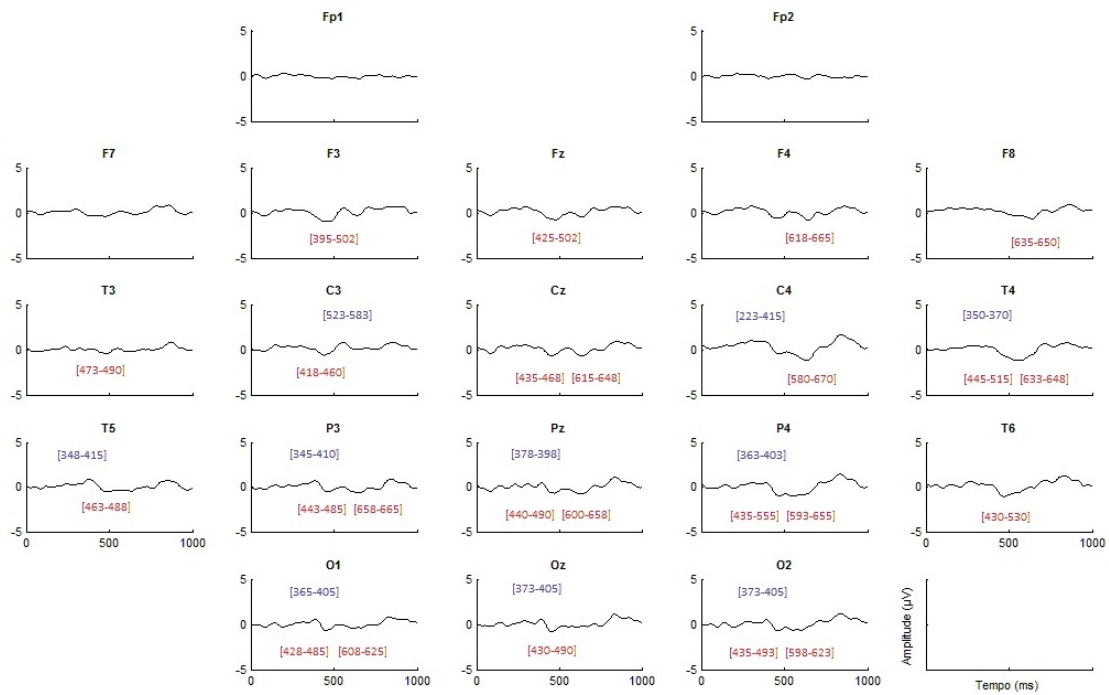


Figura 3.10: Diferença entre os ERP segregados pelo tipo de estímulo não-coincidente e os ERP segregados pelo tipo de estímulo coincidente obtidos no GA12. Os intervalos temporais discriminados foram obtidos quando aplicado o Teste t "corrido": a azul quando o ERP Não-Coincidente era significativamente mais positivo que o ERP coincidente e a vermelho quando o ERP Não-Coincidente era significativamente mais negativo que o ERP Coincidente.

3.2.1.2 Blocos 3 e 4

Na Figura 3.11 é apresentado o "Grand Average 3 e 4" (GA34).

Analisando visualmente o GA34, encontra-se comportamento semelhante ao observado no GA12, relativamente aos potenciais P300 e N400.

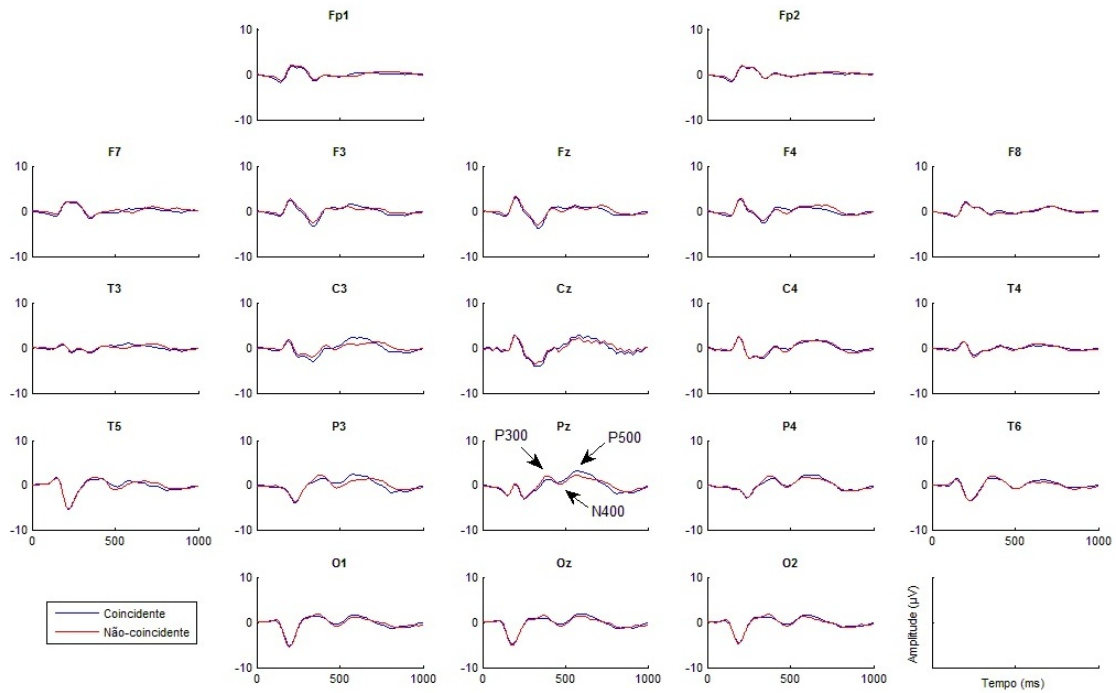


Figura 3.11: "Grand Average 3 e 4" ERPs obtidos, por meio da média coerente entre todas as realizações dos blocos 1 e 2 de todos os voluntários, de acordo com o tipo de estímulo: coincidente (traço azul) e não-coincidente (traço vermelho). Os ERPs de interesse P300 e N400 são evidenciados, bem como o P300

As maiores diferenças entre os ERPs correspondentes ao tipo de estímulo que os de-flagrou parecem ocorrer, também, dentro do mesmo intervalo temporal. Contudo, estas diferenças nos traços são mais evidentes no hemisfério esquerdo, contrariamente ao que acontece no GA12. Estas diferenças são melhor visualizadas na figura 3.12, onde é representada, para cada derivação, a diferença entre os ERPs referentes aos estímulos NC e os ERPs referentes aos estímulos C, bem como os respectivos intervalos onde estas diferenças foram significativas.

3.2.1.3 Blocos Dominante-Coincidente

Na Figura 3.13 é apresentado o GA referente aos blocos em que os sujeitos responderam ao tipo de estímulo coincidente com a sua mão dominante (GADomCoin).

Observando o GADomCoin, os potenciais de interesse, P300 e N400, apresentam o mesmo comportamento encontrado em GA12 e GA34.

As maiores diferenças entre os ERPs segregados de acordo com o tipo de estímulo parecem ocorrer na mesma janela temporal (entre os 350 e os 700 ms pós-estímulo) e principalmente na região centro-parietal, onde se verifica uma grande semelhança inter-hemisférica, sendo melhor visualizadas na figura 3.14.

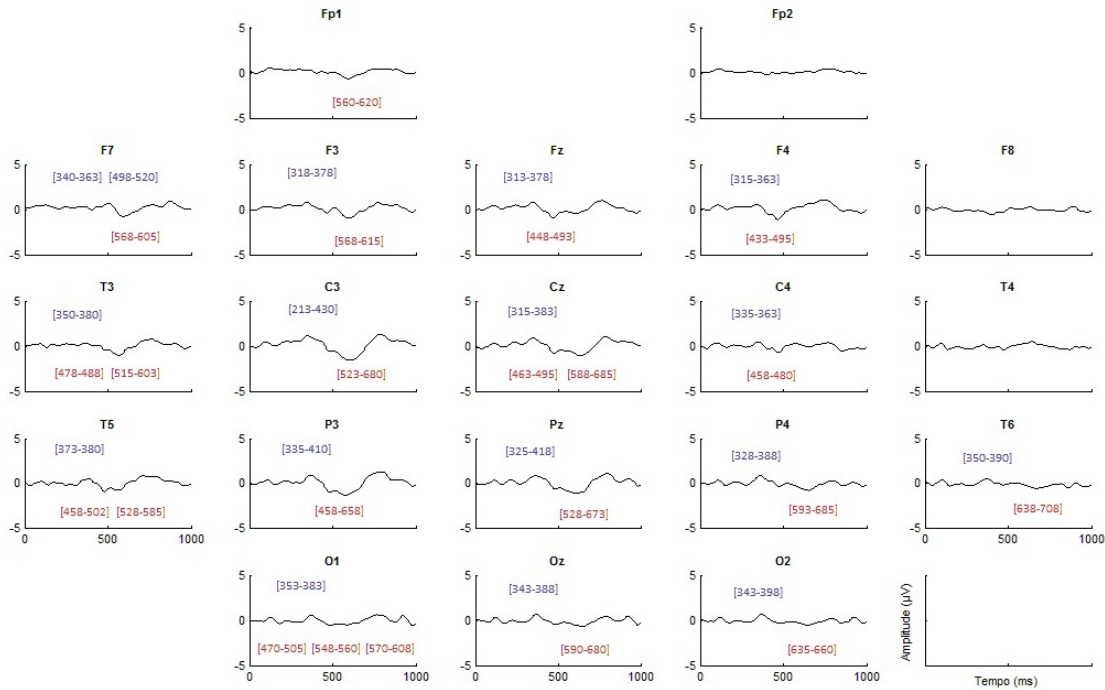


Figura 3.12: Diferença entre os ERP segregados pelo tipo de estímulo não-coincidente e os ERP segregados pelo tipo de estímulo coincidente obtidos no GA34. Os intervalos temporais discriminados foram obtidos quando aplicado o Teste t "corrido": a azul quando o ERP Não-Coincidente era significativamente mais positivo que o ERP coincidente e a vermelho quando o ERP Não-Coincidente era significativamente mais negativo que o ERP Coincidente.

3.2.1.4 Blocos Dominante-Não-Coincidente

Na Figura 3.15 é apresentado o GA referente aos blocos em que os sujeitos responderam ao tipo de estímulo não-coincidente com a sua mão dominante (GADomNCoin).

Por observação do GADomNCoin, os potenciais de interesse, P300 e N400, apresentam mais uma vez o mesmo comportamento em todos os GAs anteriores.

Relativamente às maiores diferenças entre os ERPs segregados de acordo com o tipo de estímulo, estas parecem ocorrer no mesmo intervalo temporal observado para o GADomCoin, mas desta vez são mais evidentes na região parietal. Isto é confirmado observando a figura 3.16.

3.2.2 Análise dos ERPs P300

No Anexo D, são apresentadas em tabelas tanto as latências e amplitudes obtidas nos GA, como as médias das latências e médias das amplitudes obtidas individualmente, dos potenciais P300 segregados de acordo com o tipo de estímulo. São também apresentados os valores-p obtidos quando aplicado o Teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade das amostras. Para a comparação entre as médias das latências e amplitudes individuais segre-

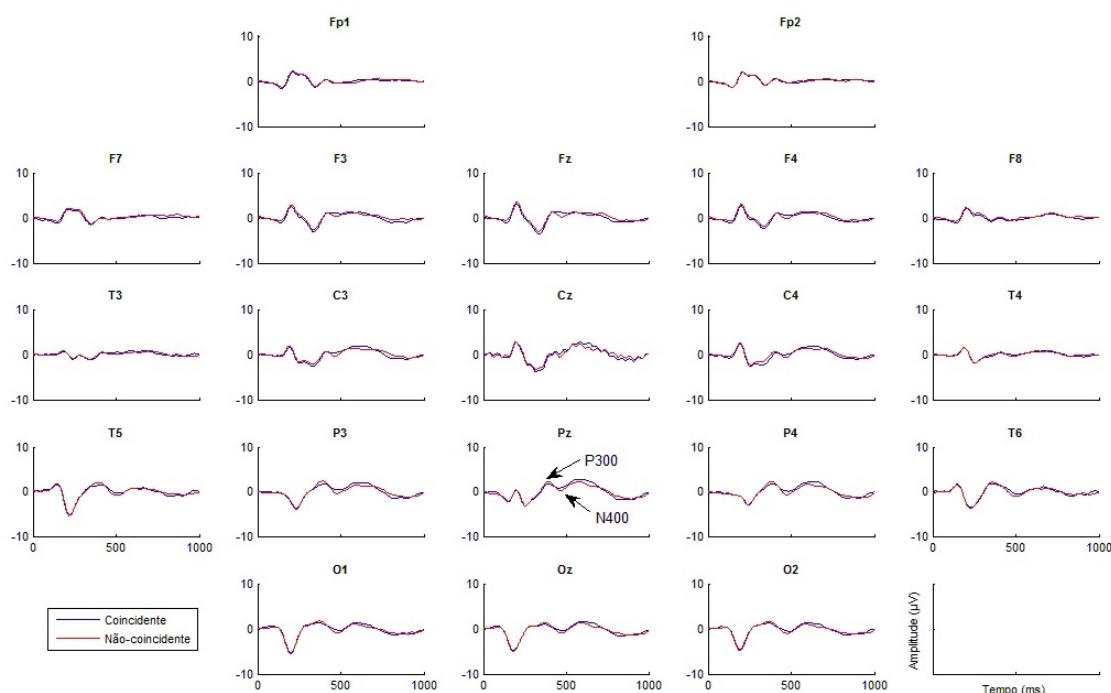


Figura 3.13: "Grand Average Dominante-Coincidente" ERPs obtidos, por meio da média coerente entre todas as realizações dos blocos em que os voluntários responderam aos estímulos coincidentes com a sua mão dominante, de acordo com o tipo de estímulo: coincidente (traço azul) e não-coincidente (traço vermelho). Os ERPs de interesse P300 e N400 são evidenciados, bem como o P500

gadas de acordo com o tipo de estímulo, foram aplicados o Teste t emparelhado (quando se observava normalidade das duas amostras testadas) ou o Teste de Wilcoxon para amostras dependentes (quando não era verificada a normalidade), sendo os valores-p encontrados igualmente expostos.

3.2.2.1 Blocos 1 e 2

As tabelas relativas a esta modalidade de análise são Tabela D.2 e D.3.

Observando a Tabela D.2, pode-se aferir que tanto as latências dos P300 identificados no GA12 como as médias das latências dos P300 identificados por voluntário são bastante parecidas, encontrando-se próximo dos 400 ms pós-estímulo. Pode-se verificar então a correta marcação individual destes potenciais. Confirma-se também a avaliação visual feita do GA12 de que não existiu diferença significativa entre as médias das latências dos potenciais P300 segregados por tipo de estímulo (à exceção da derivação T6).

Analisando a Tabela D.3, dois comportamentos distintos, em relação às amplitudes obtidas dos potenciais P300, podem ser verificados. Foi encontrada maior amplitude do P300 segregado pelo tipo de estímulo NC nas regiões centro-parietais e temporais. Esta diferença em amplitude é estatisticamente significante nas derivações à direita e em Pz, confirmando-

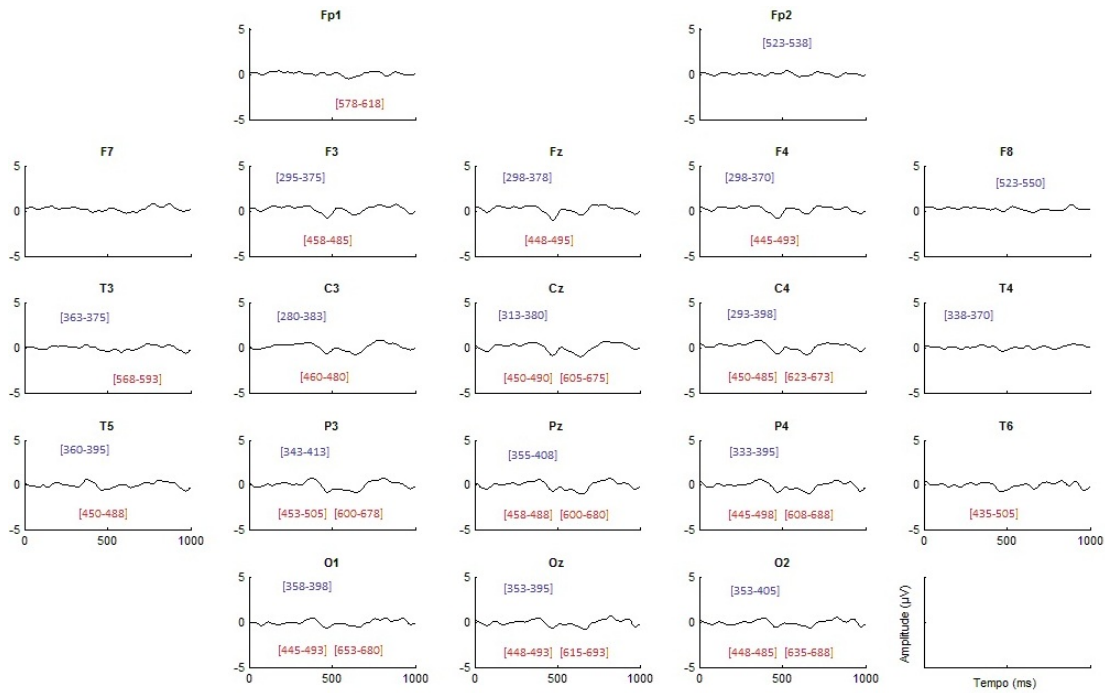


Figura 3.14: Diferença entre os ERP segregados pelo tipo de estímulo não-coincidente e os ERP segregados pelo tipo de estímulo coincidente obtidos no GADomCoin. Os intervalos temporais discriminados foram obtidos quando aplicado o Teste t "corrido": a azul quando o ERP Não-Coincidente era significativamente mais positivo que o ERP coincidente e a vermelho quando o ERP Não-Coincidente era significativamente mais negativo que o ERP Coincidente.

se assim as observações feitas na análise visual do GA12. Por outro lado, nas derivações frontais e fronto-polares encontra-se comportamento contrário, isto é, maiores amplitudes do P300 para o traço C, sendo estas diferenças em amplitude estatisticamente significantes no hemisfério esquerdo.

3.2.2.2 Blocos 3 e 4

As tabelas relativas a esta modalidade de análise são Tabela D.4 e D.5.

Pela Tabela D.4, fica mais uma vez demonstrada a correta marcação por voluntário dos potenciais P300, pois as médias das latências destes ERPs observadas individualmente são bastante semelhantes às latências observadas no GA34. Estas encontram-se próximas dos 400 ms pós-estímulo, como observado no GA12. Com exceção da derivação C3, confirma-se também a avaliação visual feita do GA34, não se verificando diferença significativa entre as médias das latências dos P300 segregados por tipo de estímulo.

Analisando a Tabela D.5 é encontrada maior amplitude do P300 segregado pelo tipo de estímulo NC nas regiões centro-parietais, temporais e occipitais. Esta diferença em amplitude é estatisticamente significativa em toda a região parietal e occipital, bem como em T6, T3 e C3. Assim, é encontrada diferença significativa no hemisfério esquerdo, contraria-

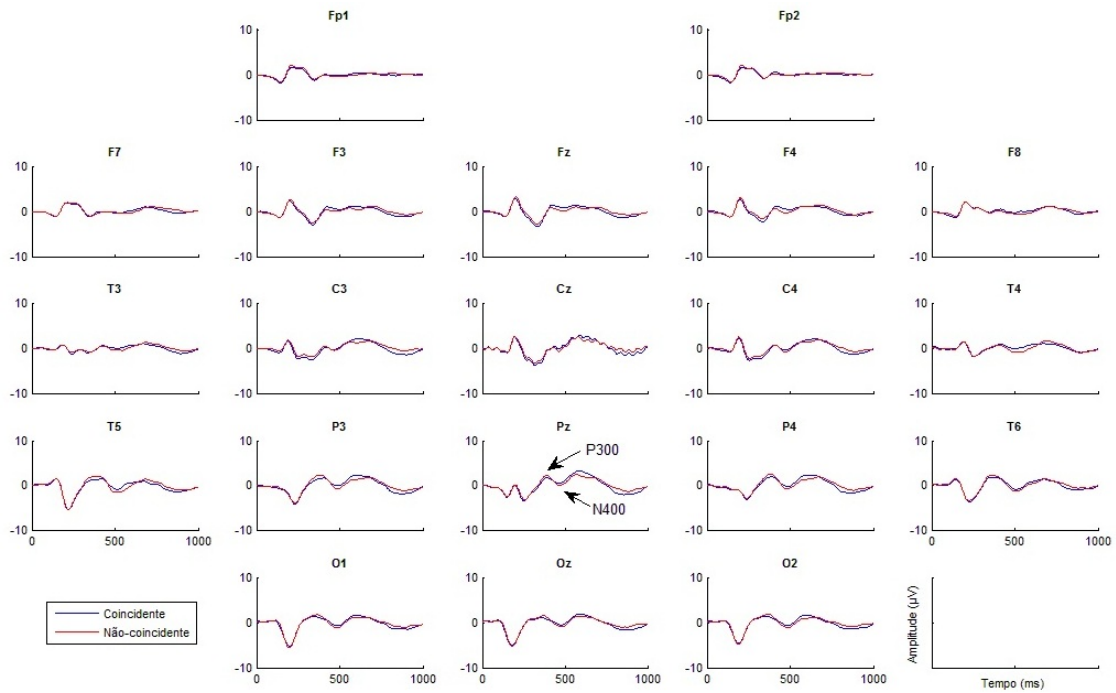


Figura 3.15: "Grand Average Dominante-Não-Coincidente" ERPs obtidos, por meio da média coerente entre todas as realizações dos blocos em que os voluntários responderam aos estímulos não-coincidentes com a sua mão dominante, de acordo com o tipo de estímulo: coincidente (traço azul) e não-coincidente (traço vermelho). Os ERPs de interesse P300 e N400 são evidenciados, bem como o P500.

mente ao encontrado em GA12. Nas derivações frontais e fronto-polares verificam-se maiores amplitudes do P300 para o traço C, mas nenhuma destas diferenças é significativa.

3.2.2.3 Blocos Dominante-Coincidente

As tabelas relativas a esta modalidade de análise são Tabela D.6 e D.7.

Verifica-se mais uma vez que as latências dos potenciais P300 se encontram próximas dos 400 ms pós-estímulo (Tabela D.6). Com exceção das derivações F7 e P4, não é encontrada diferença significativa entre as médias das latências dos P300 segregados por tipo de estímulo.

Verifica-se a tendência de que as amplitudes do P300 no traço NC são mais altas que as referentes ao traço C, principalmente nas regiões centro-parietais (Tabela D.7). Salienta-se que existe diferença significativa entre as médias das amplitudes segregadas de acordo com o tipo de estímulo na região centro-parietal à direita, bem como na região temporal posterior.

3.2.2.4 Blocos Dominante-Não-Coincidente

As tabelas relativas a esta modalidade de análise são Tabela D.8 e D.9.

Mais uma vez, é confirmada a consistência das marcações destes potenciais, pois as latências dos P300 encontradas no GADomNCoin estão em concordância com as latências

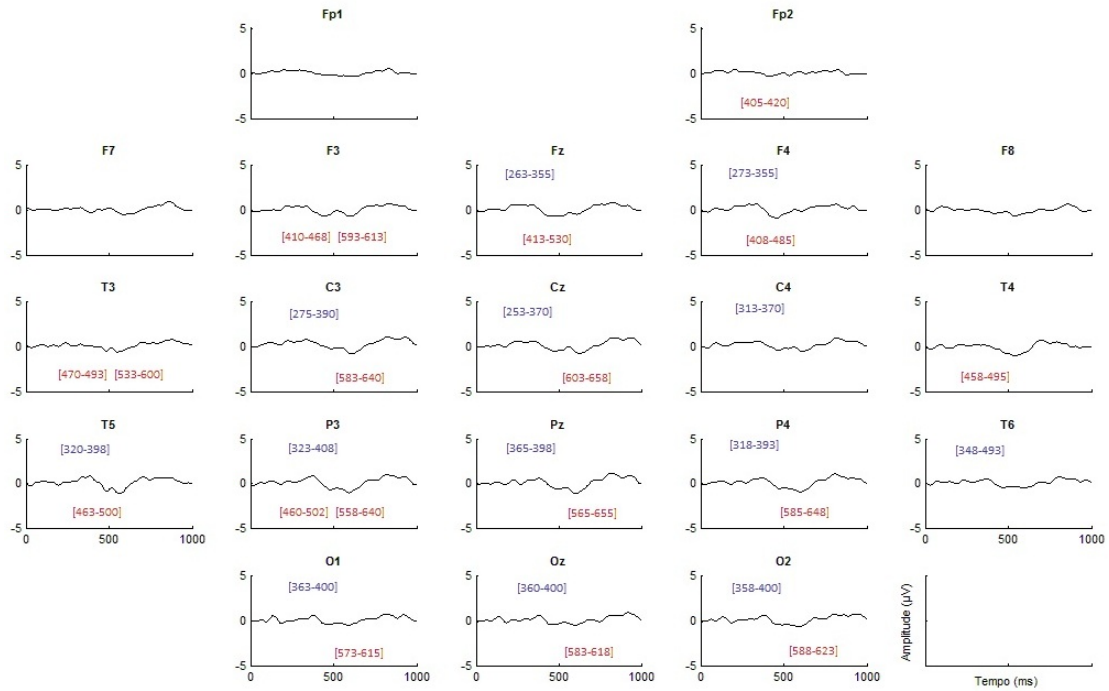


Figura 3.16: Diferença entre os ERP segregados pelo tipo de estímulo não-coincidente e os ERP segregados pelo tipo de estímulo coincidente obtidos no GADomNCoin. Os intervalos temporais discriminados foram obtidos quando aplicado o Teste t "corrido": a azul quando o ERP Não-Coincidente era significativamente mais positivo que o ERP coincidente e a vermelho quando o ERP Não-Coincidente era significativamente mais negativo que o ERP Coincidente.

médias encontradas individualmente. Ambas se encontram próximas dos 400 ms pós-estímulo (Tabela D.8). Com exceção das derivações F7 e C3, não é encontrada diferença significativa entre as médias das latências dos P300 segregados por tipo de estímulo.

Regra geral, as amplitudes do P300 no traço não-coincidente são mais altas que as referentes ao traço coincidente, principalmente nas regiões centro-parietais (Tabela D.39). Existe diferença significativa entre as médias das amplitudes segregadas de acordo com o tipo de estímulo nas derivações P3, P4, T6, Fp1 e Fp2.

3.2.3 Análise dos ERP N400

No Anexo E, são apresentadas em tabelas tanto as latências e amplitudes obtidas nos GAs, como as médias das latências e médias das amplitudes obtidas individualmente, dos potenciais N400 segregados de acordo com o tipo de estímulo. São também apresentados os valores-p obtidos quando aplicado o Teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade das amostras. Para a comparação entre as médias das latências e amplitudes individuais segregadas de acordo com o tipo de estímulo, foram aplicados o Teste t emparelhado (quando se observava normalidade das duas amostras testadas) ou o Teste de Wilcoxon para amostras dependentes (quando não era verificada a normalidade), sendo os valores-p encontrados

igualmente expostos.

3.2.3.1 Blocos 1 e 2

As tabelas relativas a esta modalidade de análise são Tabela E.10 e E.11.

Pela Tabela E.10, é possível confirmar a correta marcação individual dos potenciais N400, uma vez que as tanto as latências destes ERPs identificados no GA12 como as médias das latências encontradas por voluntário são bastante parecidas, encontrando-se próximo dos 500 ms pós-estímulo. Confirma-se também a avaliação visual feita do GA12 de que não existiu diferença significativa entre as médias das latências dos potenciais N400 segregados por tipo de estímulo.

Foi encontrada maior negatividade do N400 quando o estímulo que o deflagrou era do tipo não-coincidente, sendo esta diferença em amplitude significativa nas derivações parietais (Tabela E.11).

3.2.3.2 Blocos 3 e 4

As tabelas relativas a esta modalidade de análise são Tabela E.12 e E.13.

As médias das latências dos N400 identificadas individualmente encontram-se em conformidade com as latências destes potenciais identificadas no GA34, aproximando-se dos 500 ms pós-estímulo (Tabela E.12). Como obtido com os potenciais P300, nesta modalidade de análise, encontra-se diferença significativa entre as médias das latências dos N400, segregados de acordo com o tipo de estímulo, apenas na derivação C3.

Apenas foi encontrada diferença significante entre as médias das amplitudes dos N400, segregados de acordo com o tipo de estímulo, nas derivações F7, C4 e P3 (Tabela E.13).

3.2.3.3 Blocos Dominante-Coincidente

As tabelas relativas a esta modalidade de análise são Tabela E.14 e E.15.

Como verificado na avaliação visual do GADomCoin, as latências dos N400 aproximam-se dos 500 ms pós-estímulo. Também não foram encontradas diferenças significativas entre médias das latências destes ERPs segregados por tipo de estímulo (Tabela E.14).

É encontrada diferença significativa entre as médias das amplitudes dos N400 segregadas por tipo de estímulo nas derivações F7, Fp1 e Fp2 (Tabela E.15).

3.2.3.4 Blocos Dominante-Não-Coincidente

As tabelas relativas a esta modalidade de análise são Tabela E.16 e E.17.

Como verificado na análise dos blocos Dominante-Coincidente, as latências dos N400 aproximam-se dos 500 ms pós-estímulo e não são encontradas diferenças significativas entre médias das latências destes ERPs segregados por tipo de estímulo (Tabela E.16).

CAPÍTULO 3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Encontra-se maior negatividade do N400 quando deflagrado pelo tipo de estímulo não-coincidente, sendo esta diferença em amplitude significativa nas derivações à esquerda T3 e P3 e nas derivações à direita F4, C4 e T4 (Tabela E.17).

4

Discussão de Resultados

4.1 Resultados Comportamentais

O fenômeno de interferência característico do paradigma de Stroop consiste num maior tempo de resposta a estímulos em que não se verifica congruência entre os componentes desses estímulos (palavra e cor). A explicação para este aumento no tempo de resposta reside na anulação da resposta automática (ler a palavra) pela resposta controlada (dizer a cor), processo esse que necessita de um maior nível de atenção. Por esta razão, o Teste de Stroop tem vindo a ser bastante utilizado no estudo da atenção seletiva [3], podendo ser aplicado clinicamente como instrumento de diagnóstico.

Inúmeras variações ao teste original, elaborado por Stroop em 1935, têm vindo a ser aplicadas. Estas variações consistem, por exemplo, na alteração do tipo de estímulos incluídos (coincidentes, não-coincidentes e/ou neutros) ou na modalidade de resposta (verbal ou manual). Nas versões em que é aplicada a modalidade de resposta manual, é necessário pressionar um botão que simboliza uma determinada cor. Tal origina que sejam indispensáveis várias sessões de treino até que se atinja a rapidez e precisão necessárias, sendo isto uma desvantagem para a sua aplicação clínica.

Neste trabalho foi utilizada uma versão manual simplificada do Teste de Stroop, proposta por Marcelo Cagy, em que, ao invés dos sujeitos identificarem a cor do estímulo, apenas teriam de avaliar a sua congruência. Nesta metodologia são utilizadas duas maquinas, uma em cada mão do sujeito e apenas dois tipos de resposta são aceites: pressionar um botão em resposta a estímulos coincidentes ou pressionar o outro botão em resposta a estímulos

não-coincidentes.

Ao utilizar este procedimento, a desvantagem do tempo de treino foi ultrapassada. Apenas foi necessário aplicar 20 estímulos (duração máxima de 106 s) antes do início do teste, para que os voluntários se habituassem às maniquetas. Foi, igualmente, atingida uma grande exatidão na resposta, uma vez que o número máximo de erros dado por voluntário nos 4 blocos foi de apenas 12 (correspondendo a 2,5% dos 480 estímulos aplicados).

Exceptuando três voluntários, o fenómeno de interferência de Stroop foi claramente documentado e estatisticamente muito significativo (Tabela 3.4), embora tenha sido de menor intensidade em relação a testes que empregam a modalidade de resposta verbal. Estes resultados estão de acordo com vários estudos, que relatam a existência de um menor efeito de Stroop quando a modalidade de resposta é manual. Salienta-se, mais uma vez, a importância da compatibilidade entre o estímulo e o tipo de resposta, uma vez que premir um botão em resposta a uma palavra é um procedimento arbitrário [33, 37].

O facto de se associar cada mão a um tipo de estímulo (C ou NC) levanta a questão de que a dominância manual do sujeito pode influenciar o tempo de resposta a esse mesmo estímulo. Tal influência pode ter uma implicação directa no fenómeno de interferência. Quando é pedido a um voluntário destro que responda aos estímulos C com a sua mão esquerda (mão não-dominante) e, conseqüentemente, aos estímulos NC com a sua mão direita (mão dominante), pode argumentar-se que o efeito de interferência, a existir, será atenuado, uma vez que este consiste num maior tempo de resposta aos estímulos NC. Isto é, tendo em consideração que a sua habilidade manual é maior na mão-dominante, pode-se pensar que esta condição de resposta se traduza numa diminuição do tempo de resposta aos estímulos NC e num aumento para os estímulos C. O mesmo poderá acontecer para sujeitos canhotos a quem seja pedido para responder a estímulos C com a mão direita e a estímulos NC com a esquerda.

De modo a ser possível analisar as referidas situações, todos os voluntários neste estudo foram avaliados em ambas as condições. Nos dois primeiros blocos, todos responderam aos estímulos C com a mão direita e nos dois últimos, a resposta a este tipo de estímulos foi dada com a mão esquerda.

Apesar do tempo de resposta médio a cada tipo de estímulo ter sido menor aquando da utilização da mão dominante, resultado coerente com a maior habilidade manual nesta condição, esta diferença não foi significativa (Tabela 3.11). Ficou, assim, demonstrado que não existe qualquer diferença na utilização quer da mão dominante ou não-dominante para responder aos diferentes tipos de estímulo. Por outro lado, na resposta a diferentes tipos de estímulo com a mesma mão, foi encontrada uma diferença bastante significativa entre os tempos médios de resposta (Tabela 3.12). Ou seja, existe interferência de Stroop respondendo tanto com a mão dominante como com a não-dominante. Pode-se aferir que a dominância manual não será a origem do Efeito de Stroop documentado.

A evolução temporal do desempenho dos voluntários foi analisada através da comparação dos tempos médios de resposta e do número médio de erros de resposta ao longo dos

quatro blocos (Tabela 3.13 e Figura 3.5). Relativamente aos resultados dos tempos médios de resposta, foi observada uma diminuição bastante significativa ao longo dos quatro blocos, o que evidencia um efeito de treino no decorrer da experiência. É importante referir que entre os blocos 2 e 3 ocorreu um aumento do tempo médio de resposta, contudo este não é significativo (Tabela 3.14). Tal comportamento reflete a mudança do protocolo, na qual existiu uma troca de maniquetas de uma mão para a outra, ou seja, a resposta a um certo tipo de estímulo passou a ser dada com a mão contrária. O referido aumento no tempo médio de resposta representa o período de habituação à nova condição experimental. Salienta-se, também, que a maior diferença nos tempos médios de resposta encontra-se entre os blocos 3 e 4, tendo esta uma significância elevada. Este facto reforça a ideia de que houve um grande efeito de aprendizagem. Em contrapartida, o número médio de erros permaneceu constante ao longo da experiência, o que demonstra também a presença de um pequeno efeito de fadiga (Tabela 3.13 e Figura 3.5).

O efeito de treino/aprendizagem teve influência significativa no desempenho dos voluntários no que toca aos tempos médios de resposta aos estímulos C, tendo-se verificado uma diminuição destes ao longo dos quatro blocos (Tabela 3.15 e Figura 3.6). Entre os blocos 2 e 3, foi encontrado novamente um pequeno aumento do tempo médio de resposta aos estímulos C, contudo este aumento não é significativo, estando relacionado com a mudança de mão em resposta a este tipo de estímulos (Tabela 3.16). Curiosamente, o efeito de treino não exerceu influência sobre o Efeito de Stroop documentado, tendo este permanecido constante ao longo da experiência.

Uma comparação entre a amostra de canhotos e de destros foi efectuada com o intuito de averiguar se existe alguma diferença comportamental entre ambos. Embora não tenha sido encontrada nenhuma diferença estatisticamente significativa entre as variáveis das duas amostras, é possível observar um melhor desempenho por parte dos canhotos, tendo estes apresentado menores tempos médios de resposta, um número médio de erros inferiores e um efeito de Stroop em média 10 ms inferior quando comparado com destros (Tabela 3.19). Relativamente ao fenómeno de interferência, encontrado tanto nos destros como nos canhotos, pode-se constatar que este foi bastante significativo, como seria de esperar uma vez que foi significativo quando feita a análise para todos os voluntários (Tabela 3.18).

Analisando a evolução do tempo médio de resposta a todos os estímulos, verifica-se a sua diminuição ao longo dos quatro blocos, tanto nos destros como nos canhotos, indiciando assim o efeito de treino (Tabela 3.20 e Figura 3.8). Esta diminuição é bastante significativa nos destros, não apresentando, contudo, qualquer significância para os canhotos. Caso se considerasse $\alpha=10\%$, o respetivo valor-p encontrado para os canhotos (valor-p = 0,11) seria fronteiro, demonstrando então uma tendência à significância. Como na análise de todos os voluntários, também se verificou um aumento do tempo médio de resposta entre os blocos 2 e 3 tanto para destros como canhotos, sendo este não significativo e justificado mais uma vez pela habituação à alteração do protocolo (Tabela 3.21). Em relação ao número médio de erros de resposta, este manteve-se constante ao longo da experiência tanto nos canhotos

como nos destros, tendo estes últimos, contudo, apresentado um maior número de respostas incorretas (Tabela 20 e Figura 3.8). Este comportamento sugere um efeito de fadiga mais acentuado nos destros.

O efeito de treino, no caso dos voluntários destros, teve uma influência significativa no tempo médio de resposta aos estímulos coincidentes, tendo-se verificado um melhor desempenho ao longo da experiência (Tabela 3.22 e Figura 3.9). No que toca aos voluntários canhotos, o mesmo não se verificou embora também tenha ocorrido uma diminuição no tempo médio de resposta a este tipo de estímulos. Novamente, foi encontrado um valor-p de 0,11, que seria fronteiro caso se utilizasse um $\alpha=10\%$, demonstrado assim uma tendência à significância. O fenómeno de interferência encontrado não sofreu influência por parte do efeito de treino, tendo-se mantido estatisticamente estável tanto nos canhotos como nos destros (Tabela 3.22 e 3.23). Tal resultado é coerente com o encontrado quando feita a análise de todos os voluntários.

Importa salientar que o efeito de Stroop encontrado apresenta maior magnitude nos blocos em que os voluntários responderam ao tipo de estímulo não-coincidente com a sua mão não-dominante (Tabela 3.22). Este comportamento sugere que a dominância manual realmente se encontra relacionada com o fenómeno de interferência, intensificando-o. Tal ocorrência está de acordo com os resultados encontrados quando feita a comparação Dominante Vs. Não-Dominante, que mostraram que todos os voluntários responderam mais rápido a cada tipo de estímulo quando utilizavam a mão dominante, embora este comportamento não seja estatisticamente significativo (Tabela 3.12). Pode-se concluir que, efetivamente, existe uma pequena relação entre a dominância manual e o efeito de Stroop, mas que não será esta a razão de se encontrar tal fenómeno.

Por último, não foi encontrada correlação entre as variáveis casuísticas (género, idade e nível de escolaridade) e as variáveis comportamentais (TR, ALVO, IS e ET). Importa referir que, embora não significativo, os voluntários do género masculino apresentaram um melhor desempenho comportamental (Tabela 3.24).

4.2 Resultados EEG

A análise dos sinais de EEG adquiridos foi feita tendo em consideração os ERPs segregados de acordo com o tipo de estímulo, com o intuito de se encontrar a correlação eletrofisiológica do fenómeno de interferência característico do paradigma de Stroop.

Foram realizadas quatro modalidades de análise dos sinais EEG, de modo a ser possível efetuar a comparação entre os ERPs nas duas condições de estimulação do protocolo (Blocos 1e2 vs Blocos 3e4) e entre os blocos em que os voluntários responderam aos dois tipos de estímulo com a mão dominante (Blocos Dominante-C vs Blocos Dominante-NC). Estas comparações foram feitas através dos GAs correspondentes a cada modalidade de análise, bem como através do estudo das latências e amplitudes dos ERPs P300 e N400, uma vez que estes são os potenciais mais associados à tarefa de Stroop na literatura.

Tanto no GA12 como no GA34 é possível observar o P300 em todas as derivações (Figuras 3.9 e 3.11). Através de uma simples análise visual é verificada simetria inter-hemisférica e não existência de distinção saliente dos dois componentes deste potencial (P3a e P3b). Este potencial apresenta uma latência próxima dos 400 ms pós-estímulo e maiores amplitudes nas regiões centro-parietais, sendo estas observações confirmadas quando examinadas as médias, tanto das latências como das amplitudes, destes potenciais identificados individualmente (Tabelas D2, D3, D4 e D5). Relativamente ao potencial N400, este é também visível em todas as derivações, apresentando menor amplitude na região frontal e latência próxima dos 500 ms pós-estímulo. Esta observação é, igualmente, confirmada quando analisadas as médias, tanto das latências como das amplitudes, identificadas individualmente destes potenciais (Tabelas E10, E11, E12 e E13).

A semelhança entre as latências obtidas nos GA e as médias das latências obtidas individualmente confirma a correta marcação, por voluntário, dos potenciais P300 e N400. Por outro lado, as médias das amplitudes individuais destes potenciais diferem das encontradas no GA no que toca à sua magnitude, sendo esta superior. Tal ocorrência pode ser justificada pelo facto de que, quando a média das amplitudes individuais é feita, são utilizados os valores dos picos (P300) ou dos vales (N400) identificados para cada voluntário, não tendo em conta a latência em que ocorrem, ou seja, é "utilizada" toda a amplitude da onda marcada. No caso do GA, a média é obtida amostra-por-amostra, não dando importância à existência ou não de um pico/vale em todos os sujeitos numa dada amostra. Como existe variabilidade de latências, os picos/vales individuais são atenuados no GA, o que resulta num pico/vale "global" mais alargado e de amplitude consideravelmente menor.

Relativamente aos ERPs segregados de acordo com o tipo de estímulo, não foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre as médias das latências individuais. Ou seja, as médias das latências dos P300, deflagrados pelos estímulos C, são estatisticamente iguais às médias das latências dos P300 deflagrados pelos NC (Tabelas D2 e D4). O mesmo acontece para os potenciais N400 (Tabelas E10 e E12). Tal ocorrência está de acordo com a literatura, mostrando a independência destes potenciais com a congruência entre os componentes do estímulo.

Contudo, foram encontradas três diferenças, estatisticamente significativas, entre as médias das latências. Na modalidade de análise "Blocos 1 e 2", a derivação T6 apresentou uma diferença significativa entre as médias das latências dos P300 segregados de acordo com o tipo de estímulo (Tabela D2). Esta diferença pode ser considerada um "falso positivo", uma vez que a latência do potencial no traço C é maior que a latência do mesmo no NC. No que toca à modalidade de análise "Blocos 3 e 4", a derivação C3 apresentou, tanto para o P300 como para o N400, uma diferença significativa entre as médias das latências destes potenciais segregados de acordo com o tipo de estímulo (Tabelas D4 e D12). Tal ocorrência está de acordo com o esperado, uma vez que foi encontrada uma maior latência média para os estímulos NC. Os efeitos de treino e fadiga encontrados no desempenho comportamental dos voluntários podem explicar este comportamento: o efeito de fadiga age aumentando a

latência de ambos os potenciais segregados por tipo de estímulo, sendo mais acentuado para os estímulos NC nos quais o efeito de treino produziu menor expressão.

As maiores diferenças entre os ERPs segregados de acordo com o tipo de estímulo ocorrem entre os 350 e os 700 ms pós-estímulo. É neste intervalo que se verificam maiores amplitudes no traço dos ERPs relativos aos estímulos NC, quer seja maior positividade do P300, quer seja maior negatividade do N400 (Figuras 3.9 e 3.11). Por simples observação, é possível constatar que o GA12 apresenta diferenças mais acentuadas no hemisfério direito, enquanto que o GA34 apresenta no hemisfério esquerdo. Tais diferenças tornam-se mais notórias nas figuras 3.10 e 3.12, onde são discriminados os intervalos de tempo onde foi estimada significância para estas diferenças através do Teste t "corrido". É importante salientar que as latências médias individuais encontram-se nos intervalos temporais, nos quais foi estimada significância entre os ERPs segregados por tipo de estímulos. Isto é, nas figuras 3.10 e 3.12, é encontrada positividade no intervalo em que ocorre o pico do P300 (azul) e é encontrada negatividade no intervalo em que ocorre o vale do N400 (vermelho). Desta forma, é encontrada correlação eletrofisiológica evidente do fenómeno de interferência neste intervalo temporal. Em relação à negatividade mencionada, dois intervalos de significância são encontrados: 395-555 ms (intervalo de acordo com a literatura que documenta negatividade médio-dorsal num intervalo 350-500 ms pós-estímulo, com pico em 410 ms (LIOTTI, et al. 2000)) e 593-685 ms (pensa-se tratar do ERP mais tardio N600).

Em relação às amplitudes individuais dos potenciais P300, são observados dois comportamentos opostos: nas regiões centro-parietais, temporais e occipitais é encontrada maior amplitude dos potenciais segregados pelo tipo de estímulo NC (como esperado), enquanto que nas regiões frontais e fronto-polares a amplitude é maior para os estímulos C. Analisando os primeiros dois blocos, estas diferenças são significativas na região centro-parietal e temporal à direita e na região frontal à esquerda (Tabela D3). O facto de se ter encontrado significância destes potenciais para o estímulo C e apenas em regiões frontais, leva a crer que os sinais EEG destas derivações ainda apresentem algum nível de contaminação de artefactos derivados do piscar dos olhos. Tendo em conta que as funções motoras são "cruzadas" e que a amplitude do P300 é dependente da atenção empregue na tarefa, o facto de se terem encontrado amplitudes significativamente maiores destes potenciais quando deflagrados por estímulos NC, apenas no hemisfério direito, demonstra que os voluntários possuíam um maior nível de atenção quando utilizavam a mão esquerda. Tal comportamento torna evidente a correlação eletrofisiológica do fenómeno de interferência. Por outro lado, nos últimos dois blocos, é encontrada diferença significativa em toda a região parietal e occipital, bem como em T6, T3, e C3 (Tabela D5). Assim é, também, verificada diferença significativa no hemisfério esquerdo. O facto de se terem encontrado diferenças significativas também no hemisfério esquerdo, mostra mais uma vez a correlação eletrofisiológica do efeito de Stroop, pois nos últimos dois blocos a resposta aos estímulos NC era dada com a mão direita.

Relativamente aos potenciais N400 individuais, a média das amplitudes destes potenciais deflagrados pelo tipo de estímulo NC foi mais negativa que a média das amplitudes dos

mesmos quando deflagrados pelo tipo de estímulo C, vindo a confirmar as observações feitas em GA12 e em GA34. Este comportamento está de acordo com estudos presentes na literatura que também documentam maiores amplitudes dos N400 segregados por estímulos NC [1]. Nos primeiros dois blocos estas diferenças da amplitude são significativas em toda a região parietal, enquanto que nos blocos 3 e 4 é encontrada diferença significativa nas derivações F7, C4 e P3 (Tabela E11 e E13). A distribuição destes potenciais na região centro-parietal está de acordo com a literatura [26, 28]. A significância encontrada na derivação F7 pode ser considerada um "falso positivo", uma vez que apresenta comportamento contrário às demais derivações.

Comparando os GAs dos dois blocos nos quais os voluntários responderam com a mão dominante aos estímulos C (GADomCoin) e os dois nos quais responderam com a mesma mão aos estímulos NC (GADomNCoin), é possível concluir que estes exibem o mesmo tipo de comportamento verificado no GA12 e GA34 no que toca aos potenciais de interesse, P300 e N400.

Quanto à análise das médias das latências individuais destes potenciais, é possível inferir que para os P300 a latência é próxima dos 400 ms (Tabela D6 e D8) e para os N400 é próxima dos 500 ms (Tabela E14 e E16). Novamente, as latências destes potenciais segregados por tipo de estímulo são estatisticamente iguais, ou seja, a média das latências dos P300 relativos aos estímulos NC é estatisticamente igual à média das latências dos P300 relativos aos estímulos C. O mesmo acontece para o potencial N400. Foram, contudo, encontradas quatro diferenças estatisticamente significativas para os potenciais P300, sendo estas nas derivações F7 e P4 nos blocos Dominante-Coincidente e nas derivações F7 e C3 nos blocos Dominante-Não -Coincidente. Nos blocos Dominante-Coincidente, as diferenças podem ser consideradas "falsos positivos", visto que a latência do potencial no traço C é maior que a latência do mesmo no NC. Nos blocos Dominante-Não-Coincidente, tal situação está de acordo com o esperado, uma vez que foi encontrada uma maior latência média para os estímulos NC. Uma possível explicação para este comportamento é o efeito de treino e fadiga encontrados no desempenho comportamental dos voluntários e exposto anteriormente.

As maiores diferenças entre os ERPs segregados de acordo com o tipo de estímulo ocorrem no mesmo intervalo temporal (350-700 ms pós-estímulo), verificando-se novamente maiores amplitudes no traço dos ERPs relativos aos estímulos NC, quer seja maior positividade do P300, quer seja maior negatividade do N400 (Figuras 3.13 e 3.15). Em ambas as modalidades de análise é verificada semelhança inter-hemisférica contudo, na modalidade de análise Blocos Dominante-Coincidente, a região centro-parietal exibe diferenças mais salientes e na modalidade Blocos Dominante-Não-Coincidente é a região parietal que exibe estas diferenças. Tal ocorrência é confirmada através da observação das figuras 3.14 e 3.16, onde são igualmente apresentados os intervalos onde foi estimada significância para estas diferenças através do teste t "corrido". Assim, nestas duas modalidades de análise, é também encontrada correlação eletrofisiológica do fenómeno de interferência característico deste paradigma. É importante salientar que na modalidade Dominante-Não-Coincidente foi encontrada nega-

tividade do sinal da diferença, estatisticamente significativa, principalmente num intervalo mais tardio que corresponde à ocorrência do N600 em derivações centro-parietais. Enquanto que na modalidade Dominante-Coincidente, para além de se verificar significância num intervalo correspondente ao N600, também se verifica significância num intervalo correspondente à ocorrência do N400.

As médias das amplitudes individuais dos potenciais P300, na modalidade de análise Dominante-Coincidente, são maiores no traço NC principalmente na região centro-parietal. As diferenças são significativas na região centro-parietal à direita, bem como na região temporal posterior. Este comportamento reflete o fenómeno de interferência, demonstrando o nível de atenção que os voluntários apresentaram para desempenhar a tarefa. Relativamente à modalidade de análise Dominante-Não-Coincidente, tanto a região frontal como a fronto-polar apresentam maiores amplitudes destes potenciais quando deflagrados pelo tipo de estímulo C, sendo que as derivações fronto-polares apresentam diferença significativa. Este comportamento leva a crer que estas derivações apresentam ainda contaminação de artefactos derivados do piscar de olhos, podendo então estas duas diferenças serem consideradas "falsos positivos". Por outro lado, as demais derivações apresentaram o comportamento contrário, isto é, maiores amplitudes no traço NC, sendo esta diferença significativa nas derivações P3, P4 e T6. Desta forma, o comportamento dos potenciais P300 nesta modalidade é semelhante ao encontrado na modalidade de análise Dominante-Coincidente.

Relativamente às amplitudes dos N400, estas exibem, regra geral, maior amplitude no traço NC. Na modalidade de análise Dominante-Coincidente encontra-se uma diferença estatisticamente significativa entre as médias das amplitudes dos N400, segregados de acordo com o tipo de estímulo, nas derivações Fp1, Fp2 e F7 que pelas razões acima referidas podem também ser considerados "falsos positivos". Desta forma, pode-se afirmar que não foram encontradas diferenças significativas entre estes potenciais, segregados de acordo com o tipo de estímulo, quando os voluntários respondiam com a mão dominante aos estímulos C. Por outro lado, quando analisados os blocos Dominante-Não-Coincidente é possível verificar uma diferença estatisticamente significativa nas derivações à esquerda T3 e P3 e nas derivações à direita F4, C4 e T4. Encontra-se, assim, diferença significativa destes potenciais, segregados de acordo com o tipo de estímulo, quando os voluntários respondem com a mão dominante aos estímulos NC.

5

Conclusões e perspectivas futuras

A versão simplificada do Teste de Stroop adotada neste estudo permite a utilização desta metodologia na prática clínica como instrumento de avaliação/estudo. O tempo necessário para que os voluntários percebessem o protocolo foi de apenas dois minutos e foi alcançada grande exatidão na resposta.

O fenómeno de interferência característico deste paradigma foi claramente documentado e não foi encontrada qualquer relação com o género, idade ou nível de escolaridade dos voluntários. No que toca à dominância manual foi encontrada uma pequena relação entre esta e o fenómeno, embora não tenha sido significativa. Esta relação expressou-se numa maior magnitude do fenómeno nos blocos em que os voluntários responderam aos estímulos NC com a sua mão não-dominante. Contudo, não foi a habilidade manual dos sujeitos a razão de se encontrar tal fenómeno quando utilizada esta metodologia.

Como em qualquer teste comportamental, foi encontrado efeito de treino no decorrer da experiência, uma vez que foi possível observar uma diminuição do tempo médio de resposta. Os voluntários apresentaram, também, um pequeno efeito de fadiga, pois o número médio de erros de resposta permaneceu constante. O tempo médio de resposta aos estímulos C foi significativamente influenciado pelo efeito de treino, resultando na sua diminuição. No entanto, tal relação não se verificou com o Efeito de Stroop, tendo este permanecido estável ao longo dos quatro blocos.

Os voluntários canhotos apresentaram melhor desempenho comportamental quando comparados com os destros, embora este não tenha sido significativo.

Nas várias modalidades de análise dos dados de EEG, foi possível visualizar o potencial

P300 em todas as derivações dos respectivos GAs, tendo este ocorrido próximo dos 400 ms e apresentado maiores amplitudes na região centro-parietal. Relativamente ao potencial N400, este foi igualmente observado em todas as derivações, tendo ocorrido próximo dos 500 ms e apresentado menores amplitudes na região frontal. As médias das latências individuais destes ERPs, segregados de acordo com o tipo de estímulo, foram estatisticamente iguais, estando tal ocorrência de acordo com a literatura.

As maiores diferenças entre os ERPs segregados de acordo com o tipo de estímulo (NC - C) ocorreram entre os 350 e os 700 ms pós-estímulo. É neste intervalo que são estimadas significâncias para estas diferenças, encontrando-se assim correlação eletrofisiológica evidente do fenómeno de interferência. Este consistiu, principalmente, numa positividade significativa do sinal da diferença no intervalo em que ocorre o pico P300, seguido de uma negatividade significativa no intervalo em que ocorre o vale N400. Foi ainda encontrada negatividade significativa no intervalo onde ocorre o N600, sugerindo que este potencial também esteja relacionado com o paradigma de Stroop.

As médias das amplitudes individuais dos P300 foram maiores quando deflagrados pelo tipo de estímulos NC, principalmente nas regiões centro-parietais e temporais, demonstrando o nível de atenção dos voluntários durante a experiência. Quanto às médias das amplitudes dos N400, estas também foram maiores quando deflagrados por estímulos NC, principalmente na região centro-parietal, demonstrando a relação destes potenciais com o processamento da linguagem no que toca à deteção do "conflito semântico" (que na metodologia utilizada é consideravelmente menor).

Relativamente a perspetivas futuras, seria bastante interessante efetuar uma análise a outros ERPs, como por exemplo o P500 e o N600. Estes dois potenciais situam-se no intervalo no qual foi encontrada uma diferença significativa entre os ERPs associados a cada tipo de estímulo. Esta análise complementar poderia fornecer informação adicional sobre a correlação eletrofisiológica do fenómeno de interferência.

Igualmente interessante seria utilizar uma nova abordagem para estudar a atividade oscilatória cerebral resultante deste fenómeno. Uma vez que um estímulo/evento (interno ou externo) pode resultar não só na geração dos ERPs, mas também numa alteração da atividade de fundo, ou seja, de determinada frequência do EEG [66], seria aliciante analisar alterações que possam acontecer em determinadas bandas de frequência do EEG resultantes da atividade neural em resposta a paradigmas de cunho cognitivo como o de Stroop. Tal análise seria feita através do estudo da resposta induzida que pode ser traduzida pelos índices ERD (Dessincronização relacionada a evento, do inglês *Event-Related-Desynchronization*) e ERS (Sincronização relacionada a evento, do inglês *Event-Related-Synchronization*), que traduzem uma redução ou aumento da potência de uma determinada frequência do EEG associada a um estímulo/evento [24, 67].

Bibliografia

- [1] B. BEKÇI and S. KARAKAS, “Perceptual conflict and response competition: Event-related potentials of the stroop effect,” *Turkish Journal of Psychiatry*, pp. 1–10, 2009.
- [2] M. F. BEAR, B. W. CONNORS, and M. A. PARADISO, *Neuroscience: Past, Present, and Future*. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- [3] C. M. MACLEOD and P. A. MACDONALD, “Interdimensional interference in the stroop effect: uncovering the cognitive and neural anatomy of attention,” *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 4 (10), pp. 383–391, 2000.
- [4] M. CAGY, “Análise da atividade elétrica cortical em resposta ao teste cognitivo envolvendo interferência nome-matiz de cor,” 2008.
- [5] L. ZURAWICKI, *Exploring the Brain*. Springer, 2010.
- [6] M. F. BEAR, B. W. CONNORS, and M. A. PARADISO, *The structure of the nervous system*. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- [7] T. C. TECHNOLOGIES, *Cortical Functions Reference*. Trans Cranial Technologies, Ltd., 2012.
- [8] D. PURVES, G. J. AUGUSTINE, D. FITZPATRICK, W. C. HALL, A.-S. LAMANTIA, J. O. McNAMARA, and S. M. WILLIAMS, *Vision: The Eye*. Sinauer Associates, 2004.
- [9] C. A. GIRKIN and N. R. MILLER, “Central disorders of vision in humans,” *Survey of ophthalmology*, vol. 45, pp. 379–405, 2001.
- [10] S. DEHAENE, G. CLEC’H, J.-B. POLINE, D. BIHAN, and L. COHEN, “The visual word form area: a prelexical representation of visual words in the fusiform gyrus,” *Brain Imaging - Neuroreport*, vol. 13, pp. 321–325, 2002.
- [11] B. D. MCCANDLISS, L. COHEN, and S. DEHAENE, “The visual word form area: expertise for reading in the fusiform gyrus,” *TRENDS in Cognitive Sciences*, vol. 7 (7), pp. 293–299, 2003.
- [12] S. E. SHAYWITZ, B. A. SHAYWITZ, K. R. PUGH, R. K. FULBRIGHT, R. T. CONSTABLE, W. E. MENCL, D. P. SHANKWEILER, A. M. LIBERMAN, P. SKUDLARSKI,

- J. M. FLETCHER, L. KATZ, K. E. MARCHIONE, C. LACADIE, C. GATENBY, and J. C. GORE, "Functional disruption in the organization of the brain for reading in dyslexia," *Neurobiology*, vol. 95, pp. 2636–2641, 1998.
- [13] E. PAULESU, J.-F. DÉMONET, F. FAZIO, E. MCCRORY, V. CHANOINE, N. BRUNSWICK, S. F. CAPPÀ, G. COSSU, M. HABIB, C. D. FRITH, and U. FRITH, "Dyslexia: Cultural diversity and biological unity," *Science*, vol. 291, pp. 2165–2167, 2001.
- [14] A. PUCE, T. ALLISON, M. ASGARI, J. C. GORE, and G. MCCARTHY, "Differential sensitivity of human visual cortex to faces, letterstrings, and textures: A functional magnetic resonance imaging study," *The Journal of Neuroscience*, vol. 16 (16), pp. 5205–5215, 1996.
- [15] F. ABOITIZ, R. R. GARCÍA, C. BOSMAN, and E. BRUNETTI, "Cortical memory mechanisms and language origins," *Brain and Language*, pp. 40–56, 2006.
- [16] S. A. HAWKINS, "More than the sum of its parts," *Ulster Med J*, vol. 77 (1), pp. 43–50, 2008.
- [17] E. NIEDERMEYER, *The Normal EEG of the Waking Adult*. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- [18] A. KAMP, G. PFURTSCHELLER, G. EDLINGER, and F. L. SILVA, *Technological Basis of EEG Recording*. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- [19] E. L. REILLY, *EEG Recording and Operation of the Apparatus*. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- [20] G. H. KLEM, H. O. LUDERS, H. H. JASPER, and C. ELGER, *The ten-twenty electrode system of the International Federation*. Elsevier Science B.V., 1999.
- [21] G. L. KRAUSS and W. R. S. WEBBER, *Digital EEG*. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- [22] K. SUSMAKOVA and A. KRAKOVSKA, "Discrimination ability of individual measures used in sleep stages classification," *Artificial Intelligence in Medicine*, vol. 44, pp. 261–277, 2008.
- [23] M. K. RIEDER, B. RAHM, J. D. WILLIAMS, and J. KAISER, "Human gamma-band activity and behavior," *International Journal of Psychophysiology*, vol. 79, pp. 39–48, 2011.
- [24] G. PFURTSCHELLER and F. L. SILVA, *EEG Event-Related Desynchronization (ERD) and Event-Related Synchronization (ERS)*. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

- [25] F. L. SILVA, *Event-Related Potentials: Methodology and Quantification*. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- [26] E. O. ALTENMALLER, T. F. MUNTE, and C. GERLOFF, *Neurocognitive Functions and the EEG*. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- [27] G. G. CELESIA and N. S. PEACHEY, *Visual Evoked Potentials and Electroretinograms*. Lippincott Williams & wilkins, 2005.
- [28] R. Q. QUIROGA, *Evoked Potentials*. John Wiley & Sons, 2006.
- [29] E. BASAR, *Brain Function and Oscillations: II. Integrative Brain Function. Neurophysiology and Cognitive Processes*. Springer-Verlag, 1999.
- [30] J. POLICH and J. R. CRIADO, “Neuropsychology and neuropharmacology of p3a and p3b,” *International Journal of Psychophysiology*, vol. 60, pp. 172–185, 2006.
- [31] B. SAYERS, A. MC, H. A. BEAYLEY, and W. R. HENSHALL, “The mechanism of auditory evoked eeg responses,” *Nature*, vol. 247, pp. 481–483, 1974.
- [32] M. F. BEAR, B. W. CONNORS, and M. A. PARADISO, *Attention*. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- [33] C. M. MACLEOD, “Half a century of research on the stroop effect: an integrative review,” *Psychological Bulletin*, vol. 109 (2), pp. 163–203, 1991.
- [34] J. R. STROOP, “Studies of interference in serial verbal reactions,” *Journal of Experimental Psychology*, vol. 18 (6), pp. 643–662, 1935.
- [35] E. C. DALRYMPLE-ALFORD and B. BUDAYR, “Examination of some aspects of the stroop color-word test,” *Percept. Mot. Skills*, vol. 23, pp. 1211–1214, 1966.
- [36] G. M. REDDING and D. A. GERJETS, “Stroop effect: Interference and facilitation with verbal and manual responses,” *Perceptual and Motor Skills*, vol. 45, pp. 11–17, 1977.
- [37] A. B. ILAN and J. POLICH, “P300 and response time from a manual stroop task,” *Clinical Neurophysiology*, vol. 110, pp. 367–373, 1999.
- [38] S. DOEHRMAN, R. LANDAU, and D. O’CONNEL, “The stroop phenomenon: Perceptual conflict or response competition?,” *Percept Mot Skills*, vol. 47, pp. 1127–31, 1978.
- [39] M. LIOTTI, M. G. WOLDORFF, R. PEREZ III, and H. S. MAYBERG, “An erp study of the temporal course of the stroop color-word interference effect,” *Neuropsychologia*, vol. 38, pp. 701–711, 2000.

- [40] J. MARKELA-LERENC, N. ILLE, S. KAISER, P. FIEDLER, C. MUNDT, and M. WEISBROD, "Prefrontal-cingulate activation during executive control: Which comes first?," *Cognitive Brain Research*, vol. 18, pp. 278–287, 2004.
- [41] M. M. BOTVINICK, J. D. COHEN, and C. S. CARTER, "Conflict monitoring and cingulated cortex: an update," *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 8, pp. 539–546, 2004.
- [42] M. BRUCHMANN, K. HERPER, C. KONRAD, C. PANTEV, and R. J. HUSTER, "Individualized eeg source reconstruction of stroop interference with masked color words," *NeuroImage*, pp. 1800–09, 2010.
- [43] R. WEST and C. ALAIN, "Age-related decline in inhibitory control contributes to the increased stroop effect observed in older adults," *Psychophysiology*, vol. 37, pp. 179–189, 2000.
- [44] B. SCHACK, A. C. N. CHEN, S. MESCHA, and H. WITTE, "Instantaneous eeg coherence analysis during the stroop task," *Clinical Neurophysiology*, vol. 110, pp. 1410–1426, 1999.
- [45] R. MAGER, A. BULLINGER, S. BRAND, M. SCHMIDLIN, H. SCHARLI, F. MULLER-SPAHN, R. STORMER, and M. FALKENSTEIN, "Age-related changes in cognitive conflict processing: an event-related potential study," *Neurobiol Aging*, vol. 28(12), pp. 1925–35, 2007.
- [46] E. DONCHIN, "Surprise!...surprise?," *Psychophysiology*, vol. 18, pp. 493–513, 1981.
- [47] A. F. KRAMER and D. L. STRAYER, "Assessing the development of automatic processing: An application of dual-task and event-related brain potential methodologies," *Biol. Psychol.*, vol. 26, pp. 231–267, 1988.
- [48] L. R. WARREN and G. R. MARSH, "Changes in event-related potentials during processing of stroop stimuli," *Int. J. Neurosci.*, vol. 9, pp. 217–223, 1979.
- [49] C. M. ATKINSON, K. A. DRYSDALE, and W. R. FULHAM, "Event-related potentials to stroop and reverse stroop stimuli," *International Journal of Psychophysiology*, vol. 47, pp. 1–21, 2003.
- [50] J. D. COHEN, J. L. MCCLELLAND, and K. DUNBAR, "On the control of automatic processes: A parallel distributed processing account of the stroop effect," *Psychological Review*, vol. 97 (33), pp. 332–361, 1990.
- [51] D. SZUCS, F. SOLTÉSZ, and S. WHITE, "Motor conflict in stroop tasks: Direct evidence from single-trial electro-myography and electro-encephalography," *NeuroImage*, vol. 47, pp. 1960–73, 2009.

- [52] J. W. KROMPINGER and R. F. SIMONS, "Cognitive inefficiency in depressive undergraduates: Stroop processing and erps," *Biological Psychology*, vol. 86, pp. 239–246, 2011.
- [53] C. M. TILLMAN and S. WIENS, "Behavioral and erp indices of response conflict in stroop and flanker tasks," *Psychophysiology*, vol. 48, pp. 1405–11, 2011.
- [54] C. S. CARTER, A. M. MACDONALD, M. BOTVINICK, L. L. ROSS, V. A. STENGER, D. NOLL, and J. D. COHEN, "Parsing executive processes: Strategic vs. evaluative functions of the anterior cingulate cortex," *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 97(4), pp. 1944–48, 2000.
- [55] J. H. M. TULEN, P. MOLEMAN, H. G. V. STEENIS, and F. BOOMSMA, "Characterization of stress reactions to the stroop color word test," *Pharmacology Biochemistry & Behavior*, vol. 32, pp. 9–15, 1989.
- [56] X. XU and E. F. DOMINO, "Effects of tobacco smoking on topographic eeg and stroop test in smoking deprived smokers," *Prog. Neuro-Psychopharmacol. & Biol. Psychiat.*, vol. 24, pp. 535–546, 2000.
- [57] A. B. ILAN and J. POLICH, "Tobacco smoking and event-related brain potentials in a stroop task," *International Journal of Psychophysiology*, vol. 40, pp. 109–118, 2001.
- [58] J. BLOCK, "The stroop effect: its relation to personality," *Personality and Individual Differences*, vol. 38, pp. 735–746, 2005.
- [59] M. T. MITTERSCHIFFTHALER, S. C. R. WILLIAMS, N. D. WALSH, A. J. CLEARE, C. DONALDSON, J. SCOTT, and C. H. Y. FU, "Neural basis of the emotional stroop interference effect in major depression," *Psychological Medicine*, vol. 38, pp. 247–256, 2008.
- [60] T. V. KUTSENKO, S. V. SOLOV'YOVA, N. E. MAKARCHOUK, and S. S. KOSTENKO, "Modifications of eeg related to repeated realizations of the emotional stroop task," *Neurophysiology*, vol. 43, pp. 413–16, 2012.
- [61] M. J. LARSON, D. A. S. KAUFMAN, and W. M. PERLSTEIN, "Conflict adaptation and cognitive control adjustments following traumatic brain injury," *Journal of the International Neuropsychological Society*, vol. 15, pp. 927–937, 2009.
- [62] L. XIAO-FENG, "Wavelet-based estimation of eeg synchronization associated with native and second language processing in stroop task," *Journal of Medical Colleges of PLA*, vol. 22 (3), pp. 165–172, 2007.
- [63] F. BARWICK, P. ARNETT, and S. SLOBOUNOV, "Eeg correlates of fatigue during administration of a neuropsychological test battery," *Clinical Neurophysiology*, vol. 123, pp. 278–284, 2012.

- [64] J. MARKELA-LERENC, C. SCHMIDT-KRAEPELIN, D. ROESCH-ELY, C. MUNDT, M. WEISBROD, and S. KAISER, “Stroop interference effect in schizophrenic patients: An electrophysiological approach,” *International Journal of Psychophysiology*, vol. 71, pp. 248–257, 2009.
- [65] M. CAGY, M. CAGY, and A. INFANTOSI, “Variable-weight adaptive filtering as an erp pre-processing technique,” *IFMBE Proceedings - 5th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering - EMBEC2011*, vol. 37, pp. 219–222, 2011.
- [66] G. PFURTSCHELLER and F. H. L. SILVA, “Event-related eeg/meg synchronization and desynchronization: basic principles,” *Clinical Neurophysiology*, vol. 110, pp. 1842–1857, 1999.
- [67] A. F. INFANTOSI and A. M. MIRANDA DE SÁ, “A statistical test for evaluating the event-related synchronization/desynchronization and its potential use in brain-computer-interfaces,” *IV Latin American Congress on Biomedical Engineering 2007, Bioengineering Solutions for Latin America Health, IFMBE Proceedings*, vol. 18:1122–1136, 2007.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

”Neurociência aplicada à comunicação: Processamento de sinais electroencefalográficos durante protocolo experimental de teste de interferência de Stroop”

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo que visa analisar padrões eletroencefalográficos durante a aplicação de um teste cognitivo que envolve o reconhecimento de nomes e matizes de cores referentes a palavras exibidas periodicamente na tela de um computador.

Todo o procedimento relacionado a este estudo será realizado no Laboratório de Processamento de Sinais e Imagens do Programa de Engenharia Biomédica (PEB) do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), sob a coordenação do Prof. Dr. Antonio Fernando Catelli Infantosi. Será realizado o preenchimento de um questionário seguido de coleta de sinais eletroencefalográficos de acordo com protocolo a ser previamente informado pelo responsável.

Incluindo a preparação experimental, colocação e teste dos eletrodos, o tempo total será de aproximadamente 90 minutos. Este protocolo não implica risco para sua saúde; quanto muito, poderá haver um ”desconforto” por permanecer sentado durante todo teste, em especial por não poder realizar movimentos amplos, e por ficar com o olhar fixado na tela do computador. Estão garantidas todas as informações que você queira, antes, durante e depois do estudo. A sua participação é voluntária e você tem a liberdade de recusar participar do estudo, bem como, caso aceite participar, retirar sua aceitação a qualquer momento, sem que isto lhe cause prejuízo de qualquer forma.

As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos envolvidos na pesquisa a qualquer momento; além disso, se qualquer informação for divulgada em relatórios,

publicações ou quaisquer outros meios de comunicação, isto ocorrerá de maneira codificada, de modo que a confidencialidade seja mantida. As despesas de testes e instrumentação, necessárias para a realização do exame, não são da responsabilidade do participante, o qual não receberá qualquer valor em dinheiro para participação no estudo. Este projeto foi previamente aprovado por comitê de ética de acordo com as normas do Ministério da Saúde. Você receberá uma cópia deste termo e outra ficará em poder do pesquisador responsável. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) localizado no prédio do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF), Ilha do Fundão, Cidade Universitária, 1º andar, sala 01D-46-1, telefone 2562 2480, email - ccp@hucff.ufrj.br

Consentimento

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito do estudo acima citado. Ficaram claros para mim os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, a garantia de proteção e do sigilo dos meus dados individuais, e de esclarecimentos permanentes. Estou ciente de que os resultados desta pesquisa poderão ser utilizados para divulgação científica. Ficou claro também que a minha participação é isenta de despesas ou recompensas financeiras. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidade ou prejuízos de qualquer espécie.

Nome do Sujeito da Pesquisa: _____

Assinatura do Sujeito: _____

Rio de Janeiro, _____ de _____ de 201___

Nome do Pesquisador Responsável: _____

Assinatura do Pesquisador Responsável: _____

Rio de Janeiro, _____ de _____ de 201___

Anexo B

Questionário dos dados pessoais do voluntário e informações relevantes para a execução da experiência

Informações do Voluntário nº ____

Nome: _____

Idade: ____ anos Sexo: ____ Feminino ____ Masculino

Nível de Escolaridade:

- ____ Até Ensino fundamental completo
- ____ Nível I / Ensino médio completo
- ____ Nível II / Ensino superior completo
- ____ Além Ensino superior

Dominância Manual: ____ Destro ____ Canhoto

Apresenta algum grau de daltonismo ou dificuldade em distinguir cores? ____ Não ____ Sim

Apresenta algum problema de acuidade visual, necessitando de correção refrativa? ____ Não
____ Sim Qual o problema e grau? _____

Tem diagnóstico ou sintomas de doenças neurológicas ou psiquiátricas? ____ Não ____ Sim

Utiliza algum tipo de droga terapêutica (ex.: antidepressivos, antiepiléticos, etc.)? ____ Não
____ Sim Qual o tipo? _____

Ingeriu algum tipo de bebida alcoólica nas últimas 8 horas? ____ Não ____ Sim

Data da aquisição dos sinais: ____/ ____/ ____

Hora de início da experiência: ____ h ____ min

Hora de término da experiência: ____ h ____ min

Condição Padrão (coincidente-amarelo na direita): Blocos _____

Condição Inversa (coincidente-amarelo na esquerda): Blocos _____

Temperatura da sala: ____ °C

Nasion-Inion: _____

Nasion-Inion-Nasion: _____

Cor da touca: _____

Observações: _____

Anexo C

Tabela C.1: Medidas estatísticas descritivas das variáveis comportamentais referentes a cada bloco e respectivos valores-p quando aplicado Teste de Shapiro-Wilk.

Variável	Medida							Valor-p
	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	D.P.	3º Quartil	Máximo	
MTR1	564,4	624,2	683,0	682,7	69,3	733,9	814,4	0,34
MTR2	534,5	608,5	652,3	665,4	76,2	709,2	878,2	0,20
MTR3	542,4	616,0	662,9	671,5	75,2	727,1	833,9	0,48
MTR4	543,7	600,9	634,6	650,1	65,9	693,4	782,0	0,10
TR (ms)	549,8	608,9	667,4	667,4	67,3	713,7	785,0	0,10
MAIvo1	556,0	606,5	651,0	660,2	72,3	696,7	810,0	0,05
MAIvo2	528,9	586,7	621,0	641,9	80,0	691,0	880,0	0,01
MAIvo3	522,0	596,4	652,1	650,7	78,5	691,8	841,9	0,31
MAIvo4	518,9	572,4	616,7	628,8	70,6	669,0	762,3	0,04
ALVO (ms)	534,7	590,7	634,2	645,4	69,2	692,0	779,6	0,06
MDist1	560,6	648,4	706,5	706,0	71,9	754,3	826,8	0,47
MDist2	540,3	631,6	677,8	689,7	77,8	746,3	876,4	0,74
MDist3	557,6	628,4	692,5	693,4	77,0	743,4	831,8	0,21
MDist4	566,3	621,3	667,3	672,3	66,3	719,6	816,6	0,33
DIST (ms)	565,1	631,5	693,2	690,3	68,5	740,0	820,0	0,27
MIS1	-61,8	16,6	53,4	45,8	39,0	71,6	110,7	0,56
MIS2	-52,0	22,9	55,5	47,8	38,6	72,3	126,7	0,65
MIS3	-49,7	27,5	50,4	42,6	37,1	63,0	136,7	0,29
MIS4	-45,7	26,8	45,6	43,5	34,6	62,0	125,5	0,46
IS (ms)	-21,2	30,8	50,2	44,9	26,7	63,4	86,3	0,04
MeAlvo1	0,0	0,0	1,0	1,8	2,1	3,0	9,0	7,8e-6
MeAlvo2	0,0	0,0	1,0	1,6	2,0	2,0	11,0	8,0e-8
MeAlvo3	0,0	0,0	1,0	1,7	2,5	2,0	15,0	3,0e-9
MeAlvo4	0,0	0,0	1,0	1,6	2,1	2,0	11,0	1,8e-7
EALVO (ms)	0,0	0,5	1,5	1,7	1,7	2,0	8,8	2,2e-6
MeDist1	0,0	0,0	1,0	1,5	1,9	2,0	7,0	6,8e-7
MeDist2	0,0	0,0	1,0	1,4	1,7	2,0	7,0	4,0e-6
MeDist3	0,0	0,0	1,0	1,2	1,5	2,0	6,0	7,4e-6
MeDist4	0,0	0,0	1,0	1,6	1,6	3,0	6,0	0,0001
EDIST (ms)	0,0	0,5	1,0	1,4	1,3	2,0	4,5	0,0003
MeT1	0,0	1,0	2,0	3,3	3,3	4,0	12,0	3,2e-5
MeT2	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	4,0	12,0	2,8e-5
MeT3	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	4,5	15,0	2,3e-5
MeT4	0,0	1,0	2,0	3,2	3,2	4,5	14,0	5,9e-5
ET (ms)	0,3	1,0	2,3	3,1	2,8	4,4	12,0	0,0001

Anexo D

Tabela D.2: Latências dos P300 obtidas no GA12 e médias das latências dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A Comparação das médias individuais foi feita através do Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, à exceção das derivações T5, P3, O1, T6, P4, O2 e Oz, onde foi utilizado o Teste t emparelhado.

Derivação	Estímulo	Latência (ms) no GA12	Latências (ms) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	402,5	392,2 \pm 44,8	2,75e-5	0,99
	NC	410,0	393,1 \pm 46,0	0,0001	
T3	C	410,0	402,2 \pm 39,5	0,0003	0,69
	NC	410,0	402,2 \pm 41,1	0,0005	
T5	C	410,0	394,3 \pm 43,0	0,16	0,93
	NC	402,5	394,6 \pm 35,4	0,16	
Fp1	C	410,0	391,4 \pm 38,2	7,97e-6	0,47
	NC	405,0	393,1 \pm 44,1	0,0009	
F3	C	405,0	396,2 \pm 42,5	1,03e-5	0,91
	NC	400,0	395,3 \pm 40,8	0,0004	
C3	C	400,0	394,6 \pm 41,5	1,35e-5	0,96
	NC	405,0	395,4 \pm 37,6	0,0004	
P3	C	392,5	393,1 \pm 41,5	0,15	0,69
	NC	392,5	391,9 \pm 34,7	0,32	
O1	C	380,0	389,4 \pm 43,2	0,07	0,76
	NC	392,5	388,1 \pm 42,1	0,17	
F8	C	405,0	390,6 \pm 41,0	3,07e-5	0,76
	NC	392,5	389,9 \pm 40,2	0,001	
T4	C	405,0	395,6 \pm 39,9	0,001	0,24
	NC	410,0	390,5 \pm 37,2	0,08	
T6	C	392,5	392,4 \pm 42,6	0,55	0,02
	NC	392,5	384,6 \pm 34,9	0,88	
Fp2	C	407,5	392,4 \pm 38,0	2,53e-5	0,93
	NC	395,0	392,1 \pm 43,3	0,002	
F4	C	410,0	395,6 \pm 41,9	3,91e-6	0,32
	NC	405,0	392,8 \pm 40,1	5,02e-5	
C4	C	395,0	393,5 \pm 42,2	3,67e-5	0,20
	NC	402,5	392,6 \pm 36,7	0,0001	
P4	C	372,5	389,7 \pm 39,1	0,31	0,18
	NC	387,5	385,4 \pm 33,3	0,74	
O2	C	387,5	388,1 \pm 40,0	0,09	0,85
	NC	382,5	387,4 \pm 38,6	0,79	
Fz	C	410,0	397,7 \pm 41,9	3,14e-06	0,61
	NC	410,0	396,8 \pm 42,3	9,39e-5	
Cz	C	395,0	397,4 \pm 44,9	2,48e-5	0,37
	NC	395,0	396,7 \pm 37,0	0,0002	
Pz	C	377,5	391,8 \pm 37,1	0,02	0,56
	NC	387,5	389,2 \pm 36,4	0,33	
Oz	C	375,0	391,2 \pm 43,5	0,11	0,75
	NC	382,5	389,9 \pm 38,1	0,55	

Tabela D.3: Amplitudes dos P300 obtidas no GA12 e médias das amplitudes dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A Comparação das médias individuais foi feita através do Teste t emparelhado, com excepção das derivações F7, T3, T5, C3, F8, T4, T6, O2 e Cz, onde foi utilizado o Teste de Wilcoxon para amostras dependentes.

Derivação	Estímulo	Amplitude (μ V) no GA12	Amplitudes (μ V) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	0,25	$0,87 \pm 0,71$	0,20	0,05
	NC	0,21	$0,73 \pm 0,56$	0,005	
T3	C	0,35	$0,85 \pm 0,58$	0,008	0,30
	NC	0,43	$0,89 \pm 0,55$	0,88	
T5	C	0,63	$1,34 \pm 0,79$	0,18	0,16
	NC	0,79	$1,54 \pm 1,15$	1,45e-5	
Fp1	C	0,40	$0,81 \pm 0,54$	0,20	0,05
	NC	0,27	$0,67 \pm 0,52$	0,96	
F3	C	0,78	$1,53 \pm 0,78$	0,31	0,01
	NC	0,58	$1,26 \pm 0,70$	0,87	
C3	C	0,63	$1,44 \pm 0,68$	0,04	0,13
	NC	0,69	$1,31 \pm 0,77$	0,51	
P3	C	0,57	$1,54 \pm 0,77$	0,57	0,28
	NC	0,93	$1,64 \pm 0,85$	0,41	
O1	C	0,28	$1,15 \pm 0,81$	0,34	0,99
	NC	0,53	$1,15 \pm 0,86$	0,16	
F8	C	0,18	$0,67 \pm 0,62$	0,08	0,11
	NC	0,29	$0,86 \pm 0,77$	7,49e-7	
T4	C	0,33	$0,85 \pm 0,66$	4,15e-5	0,02
	NC	0,55	$1,06 \pm 0,81$	8,05e-8	
T6	C	0,44	$1,28 \pm 0,92$	0,01	0,03
	NC	0,70	$1,48 \pm 0,99$	0,02	
Fp2	C	0,50	$0,90 \pm 0,60$	0,06	0,16
	NC	0,27	$0,79 \pm 0,48$	0,44	
F4	C	0,82	$1,39 \pm 0,71$	0,49	0,79
	NC	0,77	$1,36 \pm 0,68$	0,78	
C4	C	0,49	$1,15 \pm 0,74$	0,06	0,001
	NC	0,92	$1,48 \pm 0,75$	0,73	
P4	C	0,81	$1,44 \pm 0,96$	0,53	0,04
	NC	1,04	$1,68 \pm 0,97$	0,77	
O2	C	0,31	$1,13 \pm 0,89$	0,55	0,82
	NC	0,68	$1,16 \pm 0,93$	0,03	
Fz	C	1,01	$1,66 \pm 0,80$	0,59	0,33
	NC	0,95	$1,55 \pm 0,84$	0,61	
Cz	C	0,61	$1,47 \pm 0,89$	0,38	0,78
	NC	0,79	$1,45 \pm 0,96$	0,04	
Pz	C	0,89	$1,63 \pm 0,97$	0,80	0,02
	NC	1,16	$1,81 \pm 0,93$	0,61	
Oz	C	0,43	$1,12 \pm 0,82$	0,17	0,41
	NC	0,60	$1,05 \pm 0,81$	0,50	

Tabela D.4: Latências dos P300 obtidas no GA34 e médias das latências dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A Comparação das médias individuais foi feita através do Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, í excepção das derivações T5, T4, T6 e Pz, onde foi utilizado o Teste t emparelhado.

Derivação	Estímulo	Latência (ms) no GA34	Latências (ms) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	402,5	398,7 \pm 32,5	0,0001	0,42
	NC	415,0	402,2 \pm 37,4	0,004	
T3	C	410,0	406,2 \pm 35,7	0,0006	0,93
	NC	415,0	406,8 \pm 35,1	0,0001	
T5	C	415,0	403,7 \pm 36,4	0,38	0,60
	NC	410,0	401,7 \pm 36,2	0,50	
Fp1	C	405,0	403,4 \pm 33,7	0,0002	0,87
	NC	412,5	402,2 \pm 32,2	0,0005	
F3	C	412,5	408,2 \pm 39,0	0,0002	0,64
	NC	412,5	409,9 \pm 36,8	7,42e-5	
C3	C	405,0	399,9 \pm 32,2	0,0001	0,04
	NC	405,0	406,5 \pm 31,8	0,0005	
P3	C	400,0	395,0 \pm 32,8	0,01	0,52
	NC	380,0	397,6 \pm 31,6	0,02	
O1	C	392,5	394,0 \pm 40,8	0,004	0,59
	NC	385,0	396,2 \pm 38,1	0,24	
F8	C	400,0	399,0 \pm 37,1	0,0003	0,11
	NC	400,0	405,1 \pm 36,2	0,02	
T4	C	405,0	397,8 \pm 30,6	0,32	0,22
	NC	405,0	402,4 \pm 32,3	0,18	
T6	C	407,5	393,0 \pm 34,3	0,56	0,52
	NC	392,5	395,2 \pm 37,6	0,67	
Fp2	C	410,0	403,0 \pm 37,1	7,72e-5	0,56
	NC	410,0	399,2 \pm 32,5	0,002	
F4	C	410,0	404,0 \pm 34,3	0,002	0,46
	NC	410,0	405,6 \pm 33,4	0,003	
C4	C	402,5	397,6 \pm 30,4	0,0008	0,18
	NC	402,5	400,9 \pm 32,1	0,01	
P4	C	387,5	396,2 \pm 30,6	0,003	0,90
	NC	387,5	394,0 \pm 32,3	0,13	
O2	C	382,5	394,0 \pm 39,8	0,001	0,58
	NC	382,5	391,3 \pm 35,9	0,09	
Fz	C	410,0	405,4 \pm 33,4	0,0005	0,10
	NC	410,0	411,0 \pm 34,8	0,003	
Cz	C	395,0	401,7 \pm 30,6	0,0001	0,19
	NC	395,0	404,6 \pm 33,1	3,86e-5	
Pz	C	390,0	395,1 \pm 34,4	0,11	0,95
	NC	382,5	395,3 \pm 33,3	0,16	
Oz	C	395,0	415,0 \pm 39,7	0,003	0,52
	NC	382,5	390,9 \pm 37,4	0,10	

Tabela D.5: Amplitudes dos P300 obtidas no GA34 e médias das amplitudes dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A Comparação das médias individuais foi feita através do Teste t emparelhado, com excepção das derivações F7, T3, T5, T4, T6, C4, P4, Cz e Pz, onde foi utilizado o Teste de Wilcoxon para amostras dependentes.

Derivação	Estímulo	Amplitude (μV) no GA34	Amplitudes (μV) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	0,12	0,54 \pm 0,68	0,004	0,92
	NC	0,04	0,51 \pm 0,57	0,18	
T3	C	0,24	0,68 \pm 0,85	0,0006	0,05
	NC	0,27	0,76 \pm 0,86	0,003	
T5	C	0,49	1,08 \pm 0,99	6,63e-5	0,16
	NC	0,52	1,34 \pm 1,56	3,00e-9	
Fp1	C	0,22	0,64 \pm 0,62	0,21	0,29
	NC	0,17	0,55 \pm 0,45	0,29	
F3	C	0,57	1,09 \pm 0,71	0,20	0,91
	NC	0,56	1,10 \pm 0,69	0,21	
C3	C	0,38	0,96 \pm 0,88	0,40	0,002
	NC	0,52	1,22 \pm 0,79	0,22	
P3	C	0,52	1,17 \pm 0,85	0,81	0,01
	NC	0,81	1,42 \pm 1,02	0,38	
O1	C	0,33	0,89 \pm 0,83	0,17	0,02
	NC	0,63	1,11 \pm 0,93	0,15	
F8	C	0,21	0,66 \pm 0,49	0,55	0,28
	NC	0,002	0,58 \pm 0,37	0,79	
T4	C	0,35	0,78 \pm 0,58	0,04	0,81
	NC	0,22	0,78 \pm 0,65	0,0008	
T6	C	0,42	1,10 \pm 0,90	0,007	0,03
	NC	0,58	1,40 \pm 1,15	9,50e-5	
Fp2	C	0,34	0,70 \pm 0,58	0,59	0,18
	NC	0,23	0,59 \pm 0,45	0,24	
F4	C	0,69	1,13 \pm 0,72	0,72	0,71
	NC	0,52	1,09 \pm 0,64	0,13	
C4	C	0,59	1,11 \pm 0,84	0,0007	0,85
	NC	0,41	1,12 \pm 0,74	0,004	
P4	C	0,58	1,15 \pm 1,01	0,006	0,007
	NC	0,75	1,38 \pm 1,07	0,01	
O2	C	0,35	0,80 \pm 0,95	0,09	0,04
	NC	0,64	1,00 \pm 1,09	0,14	
Fz	C	0,73	1,18 \pm 0,83	0,37	0,26
	NC	0,67	1,29 \pm 0,75	0,58	
Cz	C	0,35	1,05 \pm 1,02	0,003	0,12
	NC	0,41	1,19 \pm 0,99	0,05	
Pz	C	0,65	1,33 \pm 1,00	0,03	0,02
	NC	0,88	1,56 \pm 1,07	0,26	
Oz	C	0,30	0,81 \pm 0,85	0,40	0,03
	NC	0,63	1,01 \pm 1,02	0,51	

Tabela D.6: Latências dos P300 obtidas no GADomCoin e médias das latências dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A Comparação das médias individuais foi feita através do Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, í excepção das derivações T5, P3, T4 e T6, onde foi utilizado o Teste t emparelhado.

Derivação	Estímulo	Latência (ms) no GADomCoin	Latências (ms) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	415,0	399,1 \pm 42,6	8,79e-7	0,03
	NC	415,0	391,9 \pm 46,0	5,76e-5	
T3	C	415,0	403,4 \pm 38,7	0,0002	0,99
	NC	417,5	402,4 \pm 40,8	2,88e-5	
T5	C	402,5	397,6 \pm 40,9	0,21	0,88
	NC	410,0	397,1 \pm 35,3	0,47	
Fp1	C	410,0	395,1 \pm 37,4	2,77e-6	0,18
	NC	415,0	398,5 \pm 43,3	4,87e-5	
F3	C	412,5	400,4 \pm 44,4	2,23e-6	0,41
	NC	415,0	398,3 \pm 41,9	3,88e-5	
C3	C	412,5	397,1 \pm 41,4	8,67e-6	0,68
	NC	410,0	399,7 \pm 37,1	0,0001	
P3	C	405,0	394,9 \pm 38,9	0,09	0,69
	NC	395,0	393,5 \pm 32,2	0,08	
O1	C	380,0	391,3 \pm 40,2	0,03	0,98
	NC	385,0	392,4 \pm 37,2	0,64	
F8	C	400,0	392,4 \pm 38,7	1,35e-5	0,32
	NC	400,0	395,8 \pm 38,1	0,0006	
T4	C	400,0	397,6 \pm 36,3	0,07	0,42
	NC	405,0	394,4 \pm 35,7	0,24	
T6	C	400,0	393,9 \pm 38,9	0,83	0,39
	NC	392,5	390,8 \pm 38,8	0,92	
Fp2	C	405,0	396,3 \pm 39,2	6,42e-6	0,84
	NC	412,5	397,6 \pm 41,3	0,0007	
F4	C	410,0	395,4 \pm 40,2	1,22e-5	0,75
	NC	410,0	396,0 \pm 38,8	4,87e-5	
C4	C	407,5	396,8 \pm 37,4	5,34e-5	0,42
	NC	402,5	397,0 \pm 34,6	0,0002	
P4	C	387,5	392,8 \pm 36,9	0,03	0,02
	NC	395,0	385,5 \pm 32,1	0,50	
O2	C	387,5	393,0 \pm 36,5	0,05	0,11
	NC	387,5	387,5 \pm 36,8	0,74	
Fz	C	412,5	399,9 \pm 39,7	2,27e-6	0,82
	NC	412,5	400,0 \pm 41,0	0,0001	
Cz	C	395,0	399,2 \pm 40,2	1,33e-5	0,45
	NC	395,0	398,1 \pm 34,0	1,47e-5	
Pz	C	387,5	394,7 \pm 36,9	0,003	0,16
	NC	387,5	389,6 \pm 36,3	0,23	
Oz	C	382,5	394,0 \pm 40,7	0,05	0,13
	NC	387,5	388,7 \pm 35,9	0,52	

Tabela D.7: Amplitudes dos P300 obtidas no GADomCoin e médias das amplitudes dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A Comparação das médias individuais foi feita através do Teste t emparelhado, com excepção das derivações T3, T5, T4 e T6, onde foi utilizado o Teste de Wilcoxon para amostras dependentes.

Derivação	Estímulo	Amplitude (μV) no	Amplitudes (μV) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	0,28	$0,72 \pm 0,68$	0,08	0,45
	NC	0,19	$0,65 \pm 0,47$	0,41	
T3	C	0,34	$0,76 \pm 0,61$	0,0005	0,08
	NC	0,41	$0,80 \pm 0,62$	0,93	
T5	C	0,47	$1,15 \pm 0,70$	0,18	0,01
	NC	0,75	$1,42 \pm 1,01$	6,57e-5	
Fp1	C	0,43	$0,77 \pm 0,56$	0,07	0,39
	NC	0,32	$0,70 \pm 0,52$	0,97	
F3	C	0,76	$1,35 \pm 0,71$	0,46	0,43
	NC	0,74	$1,28 \pm 0,69$	0,12	
C3	C	0,62	$1,25 \pm 0,64$	0,96	0,63
	NC	0,68	$1,29 \pm 0,76$	0,72	
P3	C	0,60	$1,40 \pm 0,73$	0,91	0,12
	NC	0,91	$1,54 \pm 0,86$	0,09	
O1	C	0,39	$1,13 \pm 0,78$	0,38	0,26
	NC	0,64	$1,24 \pm 0,89$	0,11	
F8	C	0,16	$0,60 \pm 0,48$	0,09	0,12
	NC	0,18	$0,71 \pm 0,40$	0,61	
T4	C	0,25	$0,77 \pm 0,54$	0,0003	0,15
	NC	0,35	$0,83 \pm 0,51$	0,01	
T6	C	0,31	$1,17 \pm 0,93$	0,002	0,009
	NC	0,55	$1,37 \pm 1,03$	0,01	
Fp2	C	0,46	$0,79 \pm 0,63$	0,37	0,98
	NC	0,38	$0,79 \pm 0,45$	0,45	
F4	C	0,75	$1,22 \pm 0,73$	0,25	0,56
	NC	0,73	$1,27 \pm 0,68$	0,94	
C4	C	0,51	$1,08 \pm 0,74$	0,25	0,001
	NC	0,66	$1,34 \pm 0,72$	0,58	
P4	C	0,62	$1,30 \pm 0,89$	0,11	0,008
	NC	0,83	$1,56 \pm 0,94$	0,59	
O2	C	0,36	$1,03 \pm 0,86$	0,60	0,23
	NC	0,61	$1,15 \pm 0,95$	0,29	
Fz	C	0,89	$1,42 \pm 0,84$	0,57	0,48
	NC	0,93	$1,48 \pm 0,79$	0,99	
Cz	C	0,48	$1,31 \pm 0,89$	0,42	0,78
	NC	0,68	$1,34 \pm 1,01$	0,23	
Pz	C	0,74	$1,50 \pm 0,89$	0,46	0,003
	NC	1,04	$1,75 \pm 0,90$	0,59	
Oz	C	0,36	$0,07 \pm 0,76$	0,22	0,55
	NC	0,58	$1,12 \pm 0,84$	0,56	

Tabela D.8: Latências dos P300 obtidas no GADomNCoin e médias das latências dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A Comparação das médias individuais foi feita através do Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, í excepção das derivações T5, O1, T6 e Pz, onde foi utilizado o Teste t emparelhado.

Derivação	Estímulo	Latência (ms) no GADomNCoin	Latências (ms) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	405,0	391,8 \pm 35,2	0,0006	0,01
	NC	415,0	403,4 \pm 37,0	0,005	
T3	C	415,0	404,9 \pm 36,6	0,002	0,54
	NC	415,0	406,6 \pm 35,5	0,002	
T5	C	410,0	400,4 \pm 39,4	0,09	0,73
	NC	410,0	399,2 \pm 36,6	0,15	
Fp1	C	405,0	399,7 \pm 35,5	0,0008	0,80
	NC	405,0	396,7 \pm 34,0	0,004	
F3	C	412,5	404,0 \pm 37,8	0,001	0,16
	NC	412,5	407,0 \pm 36,5	0,001	
C3	C	405,0	397,4 \pm 32,5	0,0002	0,04
	NC	407,5	402,3 \pm 33,3	0,002	
P3	C	400,0	393,2 \pm 35,8	0,02	0,52
	NC	380,0	396,0 \pm 34,3	0,12	
O1	C	400,0	392,1 \pm 43,9	0,07	0,97
	NC	400,0	391,9 \pm 43,3	0,07	
F8	C	400,0	397,2 \pm 39,9	0,0003	0,35
	NC	400,0	399,2 \pm 39,9	0,03	
T4	C	405,0	395,8 \pm 34,8	0,003	0,13
	NC	412,5	398,5 \pm 34,9	0,11	
T6	C	400,0	391,5 \pm 38,4	0,30	0,42
	NC	392,5	389,0 \pm 34,4	0,88	
Fp2	C	402,5	399,1 \pm 36,6	0,001	0,41
	NC	407,5	393,7 \pm 35,2	0,001	
F4	C	410,0	404,2 \pm 36,2	0,0003	0,77
	NC	407,5	402,4 \pm 35,7	0,0007	
C4	C	402,5	394,2 \pm 36,2	0,0001	0,27
	NC	405,0	396,5 \pm 34,8	0,004	
P4	C	387,5	393,1 \pm 33,5	0,04	0,33
	NC	380,0	396,9 \pm 33,5	0,24	
O2	C	387,5	389,1 \pm 43,1	0,01	0,54
	NC	395,0	391,2 \pm 37,8	0,17	
Fz	C	415,0	403,1 \pm 36,4	0,0002	0,08
	NC	412,5	407,8 \pm 37,3	0,001	
Cz	C	395,0	399,9 \pm 36,6	0,0002	0,30
	NC	392,5	403,2 \pm 36,4	0,0002	
Pz	C	387,5	392,2 \pm 34,6	0,29	0,39
	NC	385,0	394,9 \pm 33,6	0,17	
Oz	C	395,0	391,4 \pm 42,7	0,03	0,64
	NC	402,5	392,1 \pm 39,5	0,09	

Tabela D.9: Amplitudes dos P300 obtidas no GADomNCoin e médias das amplitudes dos P300 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A Comparação das médias individuais foi feita através do Teste t emparelhado, com excepção das derivações T3, T5, F8, T4, T6, Fp2, C4, P4 e Cz, onde foi utilizado o Teste de Wilcoxon para amostras dependentes.

Derivação	Estímulo	Amplitude (μV) no GADomNCoin	Amplitudes (μV) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	0,15	$0,69 \pm 0,74$	0,19	0,31
	NC	0,08	$0,59 \pm 0,66$	0,15	
T3	C	0,33	$0,77 \pm 0,84$	0,01	0,19
	NC	0,35	$0,86 \pm 0,81$	0,001	
T5	C	0,53	$1,27 \pm 1,07$	0,003	0,69
	NC	0,64	$1,46 \pm 1,66$	1,23e-8	
Fp1	C	0,19	$0,68 \pm 0,60$	0,10	0,04
	NC	0,12	$0,52 \pm 0,44$	0,21	
F3	C	0,67	$1,27 \pm 0,84$	0,09	0,07
	NC	0,50	$1,09 \pm 0,69$	0,88	
C3	C	0,49	$1,15 \pm 0,98$	0,19	0,33
	NC	0,56	$1,24 \pm 0,79$	0,12	
P3	C	0,52	$1,32 \pm 0,92$	0,78	0,03
	NC	0,82	$1,52 \pm 1,02$	0,76	
O1	C	0,16	$0,92 \pm 0,86$	0,20	0,24
	NC	0,40	$1,03 \pm 0,89$	0,16	
F8	C	0,21	$0,73 \pm 0,62$	0,15	0,65
	NC	0,12	$0,73 \pm 0,78$	3,40e-7	
T4	C	0,43	$0,86 \pm 0,70$	0,006	0,45
	NC	0,43	$1,00 \pm 0,92$	3,72e-6	
T6	C	0,49	$1,20 \pm 0,90$	0,07	0,05
	NC	0,71	$1,50 \pm 1,11$	0,0001	
Fp2	C	0,35	$0,82 \pm 0,57$	0,04	0,008
	NC	0,20	$0,59 \pm 0,47$	0,92	
F4	C	0,76	$1,30 \pm 0,71$	0,82	0,28
	NC	0,56	$1,18 \pm 0,67$	0,64	
C4	C	0,67	$1,18 \pm 0,83$	0,0007	0,49
	NC	0,68	$1,26 \pm 0,81$	0,02	
P4	C	0,69	$1,30 \pm 1,09$	0,08	0,04
	NC	0,95	$1,50 \pm 1,12$	0,03	
O2	C	0,29	$0,90 \pm 1,00$	0,37	0,26
	NC	0,51	$1,01 \pm 1,07$	0,08	
Fz	C	0,90	$1,42 \pm 0,87$	0,73	0,65
	NC	0,70	$1,36 \pm 0,82$	0,41	
Cz	C	0,48	$1,21 \pm 1,06$	0,01	0,61
	NC	0,52	$1,30 \pm 0,95$	0,007	
Pz	C	0,75	$1,46 \pm 1,09$	0,09	0,10
	NC	1,02	$1,62 \pm 1,11$	0,20	
Oz	C	0,15	$0,86 \pm 0,92$	0,59	0,39
	NC	0,33	$0,94 \pm 0,99$	0,36	

Anexo E

Tabela E.10: Latências dos N400 obtidas no GA12 e médias das latências dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A comparação das médias individuais foi feita através do Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, à exceção das derivações F7, Fp1, F3, C3, F8, T4, Fp2, Fz e Cz, onde foi utilizado o Teste t emparelhado.

Derivação	Estímulo	Latência (ms) no GA12	Latências (ms) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	492,5	498,7 \pm 48,7	0,14	0,52
	NC	492,5	495,4 \pm 43,1	0,54	
T3	C	500,0	498,5 \pm 49,8	0,02	0,32
	NC	492,5	492,2 \pm 39,9	0,007	
T5	C	507,5	499,9 \pm 40,2	3,46e-5	0,07
	NC	500,0	495,7 \pm 33,5	5,84e-6	
Fp1	C	502,5	491,4 \pm 45,8	0,86	0,64
	NC	497,5	494,2 \pm 41,6	0,56	
F3	C	502,5	497,4 \pm 51,1	0,26	0,25
	NC	497,5	492,1 \pm 44,2	0,48	
C3	C	490,0	487,3 \pm 44,4	0,14	0,59
	NC	482,5	485,1 \pm 45,7	0,42	
P3	C	485,0	488,0 \pm 39,2	0,07	0,81
	NC	502,5	490,0 \pm 39,8	0,03	
O1	C	490,0	490,2 \pm 39,7	7,04e-5	0,52
	NC	497,5	489,0 \pm 39,0	0,004	
F8	C	490,0	490,3 \pm 40,1	0,87	0,79
	NC	490,0	489,4 \pm 44,0	0,94	
T4	C	485,0	488,2 \pm 45,0	0,12	0,91
	NC	490,0	488,7 \pm 38,6	0,36	
T6	C	502,5	500,4 \pm 41,2	0,07	0,21
	NC	497,5	495,1 \pm 34,1	0,0002	
Fp2	C	492,5	489,9 \pm 44,2	0,62	0,57
	NC	492,5	493,1 \pm 43,8	0,50	
F4	C	500,0	491,6 \pm 48,3	0,02	0,97
	NC	492,5	493,0 \pm 45,9	0,97	
C4	C	485,0	483,5 \pm 44,0	0,02	0,97
	NC	485,0	483,6 \pm 45,0	0,04	
P4	C	482,5	485,1 \pm 40,6	0,04	0,51
	NC	482,5	487,2 \pm 39,0	0,06	
O2	C	487,5	487,5 \pm 38,9	0,001	0,74
	NC	492,5	488,4 \pm 36,9	0,002	
Fz	C	492,5	497,2 \pm 48,5	0,38	0,16
	NC	492,5	486,1 \pm 49,9	0,19	
Cz	C	477,5	487,8 \pm 42,9	0,12	0,40
	NC	485,0	482,1 \pm 46,8	0,17	
Pz	C	477,5	480,4 \pm 44,0	0,0005	0,96
	NC	477,5	476,2 \pm 43,1	0,05	
Oz	C	480,0	486,5 \pm 38,7	0,007	0,57
	NC	485,0	483,7 \pm 43,2	0,005	

Tabela E.11: Amplitudes dos N400 obtidas no GA12 e médias das amplitudes dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A comparação das médias individuais foi feita através do Teste t emparelhado, com excepção das derivações F7, T3, T5, Fp1, C3, P3, O1, F8, T4 e T6, onde foi utilizado o Teste de Wilcoxon para amostras dependentes.

Derivação	Estímulo	Amplitude (μV) no GA12	Amplitudes (μV) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	-0,08	-0,64 \pm 0,54	0,07	0,27
	NC	-0,18	-0,69 \pm 0,85	4,96e-5	
T3	C	-0,14	-0,54 \pm 0,58	0,01	0,69
	NC	-0,29	-0,66 \pm 0,61	0,26	
T5	C	-0,65	-0,81 \pm 0,78	0,41	0,92
	NC	-0,83	-1,08 \pm 1,18	0,001	
Fp1	C	-0,08	-0,61 \pm 0,41	0,03	0,66
	NC	-0,15	-0,55 \pm 0,56	0,60	
F3	C	0,07	-0,70 \pm 0,90	0,07	0,24
	NC	-0,16	-0,76 \pm 0,97	0,09	
C3	C	-0,20	-0,82 \pm 0,94	0,03	0,12
	NC	-0,41	-0,93 \pm 1,06	0,005	
P3	C	-0,51	-0,85 \pm 0,78	0,02	0,0002
	NC	-0,59	-1,06 \pm 0,86	0,32	
O1	C	-0,61	-0,75 \pm 0,85	0,04	0,16
	NC	-0,68	-0,87 \pm 0,85	0,71	
F8	C	-0,21	-0,74 \pm 0,59	0,61	0,70
	NC	-0,18	-0,70 \pm 0,80	0,0005	
T4	C	-0,17	-0,49 \pm 0,58	0,006	0,32
	NC	-0,36	-0,67 \pm 0,90	1,00e-7	
T6	C	-0,55	-0,70 \pm 0,79	0,02	0,44
	NC	-0,76	-0,88 \pm 0,80	0,13	
Fp2	C	-0,17	-0,64 \pm 0,48	0,81	0,27
	NC	-0,14	-0,50 \pm 0,51	0,14	
F4	C	-0,08	-0,76 \pm 0,80	0,70	0,07
	NC	-0,19	-0,82 \pm 0,95	0,65	
C4	C	-0,34	-0,84 \pm 0,88	0,14	0,59
	NC	-0,44	-0,99 \pm 1,05	0,46	
P4	C	-0,52	-0,88 \pm 0,76	0,08	0,04
	NC	-0,81	-1,17 \pm 0,92	0,61	
O2	C	-0,61	-0,75 \pm 0,79	0,06	0,55
	NC	-0,74	-0,91 \pm 0,87	0,75	
Fz	C	0,17	-0,66 \pm 0,98	0,14	0,46
	NC	-0,04	-0,85 \pm 1,02	0,22	
Cz	C	-0,09	-0,70 \pm 1,17	0,07	0,31
	NC	-0,23	-0,91 \pm 1,26	0,24	
Pz	C	-0,30	-0,73 \pm 0,93	0,25	2,06e-7
	NC	-0,57	-0,99 \pm 0,94	0,56	
Oz	C	-0,48	-0,66 \pm 0,87	0,10	0,12
	NC	-0,71	-0,84 \pm 0,87	0,20	

Tabela E.12: Latências dos N400 obtidas no GA34 e médias das latências dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A comparação das médias individuais foi feita através do Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, í excepção das derivações F7, T3, Fp1, F3, P3, F8, T4, Fp2, F4 e Fz, onde foi utilizado o Teste t emparelhado.

Derivação	Estímulo	Latência (ms) no GA34	Latências (ms) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	500,0	492,9 \pm 44,6	0,94	0,82
	NC	492,5	493,9 \pm 45,4	0,25	
T3	C	500,0	502,7 \pm 46,3	0,82	0,20
	NC	507,5	509,2 \pm 42,0	0,22	
T5	C	492,5	497,9 \pm 40,3	0,10	0,33
	NC	500,0	501,4 \pm 36,3	0,02	
Fp1	C	497,5	501,5 \pm 45,9	0,78	0,99
	NC	502,5	501,5 \pm 46,1	0,35	
F3	C	502,5	500,2 \pm 47,3	0,90	0,84
	NC	497,5	499,1 \pm 46,3	0,37	
C3	C	490,0	485,9 \pm 44,5	0,24	0,02
	NC	497,5	494,0 \pm 42,4	0,03	
P3	C	490,0	491,3 \pm 42,2	0,12	0,06
	NC	497,5	498,5 \pm 42,3	0,06	
O1	C	497,5	491,5 \pm 47,3	0,02	0,52
	NC	497,5	495,0 \pm 42,4	0,12	
F8	C	502,5	502,4 \pm 47,1	0,76	0,27
	NC	497,5	498,3 \pm 44,6	0,24	
T4	C	502,5	501,0 \pm 47,5	0,55	0,21
	NC	497,5	494,4 \pm 40,9	0,13	
T6	C	502,5	500,9 \pm 46,3	0,03	0,76
	NC	502,5	501,0 \pm 41,9	0,07	
Fp2	C	500,0	501,7 \pm 45,8	0,36	0,79
	NC	500,0	502,8 \pm 45,3	0,77	
F4	C	500,0	499,6 \pm 47,9	0,73	0,50
	NC	492,5	496,9 \pm 48,0	0,09	
C4	C	485,0	489,2 \pm 45,6	0,05	0,87
	NC	485,0	488,6 \pm 44,1	0,0007	
P4	C	485,0	488,3 \pm 42,8	0,16	0,42
	NC	492,5	490,4 \pm 40,7	0,0009	
O2	C	492,5	486,9 \pm 47,5	0,004	0,45
	NC	492,5	490,3 \pm 40,9	0,003	
Fz	C	500,0	502,4 \pm 50,7	0,70	0,93
	NC	500,0	502,8 \pm 52,0	0,69	
Cz	C	492,5	492,5 \pm 46,9	0,31	0,58
	NC	492,5	490,0 \pm 42,3	0,002	
Pz	C	485,0	485,5 \pm 40,9	0,02	0,55
	NC	485,0	487,6 \pm 46,3	0,003	
Oz	C	492,5	491,7 \pm 48,1	0,007	0,92
	NC	492,5	491,2 \pm 43,5	0,02	

Tabela E.13: Amplitudes dos N400 obtidas no GA34 e médias das amplitudes dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A comparação das médias individuais foi feita através do Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, com excepção das derivações T5, O1, F8, T4, Fp2 e Oz, onde foi utilizado o Teste t emparelhado.

Derivação	Estímulo	Amplitude (μV) no GA34	Amplitudes (μV) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	-0,20	-0,80 \pm 0,76	0,001	0,003
	NC	0,19	-0,49 \pm 0,73	0,006	
T3	C	0,06	-0,45 \pm 0,68	0,05	0,17
	NC	-0,04	-0,58 \pm 0,86	5,75e-5	
T5	C	-0,33	-0,65 \pm 0,87	0,10	0,17
	NC	-0,66	-0,84 \pm 0,84	0,43	
Fp1	C	-0,23	-0,66 \pm 0,62	0,003	0,91
	NC	-0,14	-0,64 \pm 0,54	0,23	
F3	C	-0,04	-0,76 \pm 1,06	0,001	0,25
	NC	0,09	-0,58 \pm 1,04	0,003	
C3	C	-0,06	-0,68 \pm 0,87	0,02	0,36
	NC	-0,17	-0,82 \pm 1,11	0,005	
P3	C	-0,33	-0,82 \pm 0,72	0,04	0,04
	NC	-0,61	-1,08 \pm 0,88	0,22	
O1	C	-0,43	-0,74 \pm 0,93	0,14	0,19
	NC	-0,61	-0,88 \pm 0,82	0,36	
F8	C	-0,26	-0,72 \pm 0,45	0,79	0,69
	NC	-0,22	-0,75 \pm 0,61	0,66	
T4	C	-0,22	-0,62 \pm 0,54	0,60	0,51
	NC	-0,34	-0,67 \pm 0,56	0,06	
T6	C	-0,57	-0,78 \pm 1,01	0,001	0,54
	NC	-0,61	-0,73 \pm 0,79	0,03	
Fp2	C	-0,27	-0,63 \pm 0,61	0,84	0,74
	NC	-0,20	-0,66 \pm 0,59	0,18	
F4	C	-0,12	-0,67 \pm 0,97	0,05	0,07
	NC	-0,36	-0,94 \pm 1,07	0,008	
C4	C	-0,28	-0,81 \pm 0,87	0,03	0,05
	NC	-0,57	-1,02 \pm 1,08	0,01	
P4	C	-0,51	-0,93 \pm 0,91	0,14	0,39
	NC	-0,63	-1,01 \pm 0,84	0,03	
O2	C	-0,46	-0,71 \pm 0,92	0,05	0,39
	NC	-0,61	-0,80 \pm 0,80	0,31	
Fz	C	0,03	-0,70 \pm 1,06	0,01	0,28
	NC	-0,14	-0,86 \pm 1,08	0,007	
Cz	C	0,04	-0,60 \pm 1,00	0,004	0,53
	NC	-0,25	-0,77 \pm 1,37	0,01	
Pz	C	-0,18	-0,69 \pm 0,93	0,02	0,17
	NC	-0,41	-0,88 \pm 1,05	0,63	
Oz	C	-0,42	-0,75 \pm 0,89	0,10	0,41
	NC	-0,59	-0,84 \pm 0,85	0,36	

Tabela E.14: Latências dos N400 obtidas no GADomCoin e médias das latências dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A comparação das médias individuais foi feita através do Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, í excepção das derivações F7, Fp1, F3, C3, F8, Fp2 e Fz, onde foi utilizado o Teste t emparelhado.

Derivação	Estímulo	Latência (ms) no GADomCoin	Latências (ms) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	492,5	496,1 \pm 52,2	0,60	0,27
	NC	492,5	490,4 \pm 43,8	0,57	
T3	C	500,0	499,4 \pm 54,4	0,21	0,47
	NC	492,5	495,0 \pm 43,4	0,004	
T5	C	492,5	498,3 \pm 45,5	0,003	0,26
	NC	492,5	495,3 \pm 39,8	9,94e-5	
Fp1	C	497,5	496,5 \pm 42,7	0,65	0,41
	NC	490,0	491,9 \pm 40,1	0,20	
F3	C	497,5	497,6 \pm 54,4	0,81	0,66
	NC	490,0	495,4 \pm 48,1	0,32	
C3	C	490,0	486,1 \pm 46,6	0,13	0,40
	NC	482,5	489,5 \pm 47,2	0,12	
P3	C	482,5	488,3 \pm 44,6	0,23	0,40
	NC	497,5	491,7 \pm 42,4	0,03	
O1	C	490,0	490,8 \pm 47,3	0,005	0,53
	NC	490,0	490,1 \pm 43,9	0,007	
F8	C	490,0	493,6 \pm 44,9	0,99	0,72
	NC	490,0	492,3 \pm 45,3	0,11	
T4	C	490,0	493,8 \pm 49,9	0,54	0,66
	NC	490,0	488,7 \pm 42,7	0,03	
T6	C	502,5	500,2 \pm 48,2	0,17	0,10
	NC	497,5	494,5 \pm 41,4	0,008	
Fp2	C	500,0	496,3 \pm 45,6	0,42	0,91
	NC	492,5	495,8 \pm 45,1	0,20	
F4	C	492,5	493,1 \pm 51,6	0,12	0,72
	NC	500,0	493,5 \pm 46,7	0,02	
C4	C	485,0	485,3 \pm 46,2	0,006	0,99
	NC	485,0	485,8 \pm 47,5	0,004	
P4	C	485,0	486,2 \pm 45,8	0,05	0,79
	NC	492,5	487,0 \pm 43,0	0,01	
O2	C	492,5	488,3 \pm 44,9	0,002	0,87
	NC	485,0	488,3 \pm 42,6	0,005	
Fz	C	500,0	499,4 \pm 51,9	0,50	0,13
	NC	485,0	487,6 \pm 53,9	0,21	
Cz	C	485,0	489,6 \pm 44,8	0,59	0,30
	NC	477,5	482,2 \pm 50,0	0,009	
Pz	C	477,5	481,2 \pm 48,1	0,002	0,60
	NC	477,5	477,4 \pm 47,2	0,04	
Oz	C	485,0	488,2 \pm 44,7	0,009	0,38
	NC	485,0	484,7 \pm 44,6	0,002	

Tabela E.15: Amplitudes dos N400 obtidas no GADomCoin e médias das amplitudes dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A comparação das médias individuais foi feita através do Teste t emparelhado, com exceção das derivações Fp1, F3, C3, P3, T4, Cz e Pz, onde foi utilizado Teste de Wilcoxon para amostras dependentes.

Derivação	Estímulo	Amplitude (μV) no GADomCoin	Amplitudes (μV) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	-0,12	-0,74 \pm 0,57	0,81	0,03
	NC	-0,02	-0,48 \pm 0,63	0,27	
T3	C	0,07	-0,48 \pm 0,54	0,09	0,67
	NC	-0,08	-0,51 \pm 0,66	0,21	
T5	C	-0,34	-0,66 \pm 0,73	0,23	0,11
	NC	-0,60	-0,84 \pm 0,98	0,53	
Fp1	C	-0,19	-0,65 \pm 0,44	0,03	0,05
	NC	-0,15	-0,50 \pm 0,53	0,83	
F3	C	0,14	-0,71 \pm 0,86	0,13	0,25
	NC	-0,04	-0,60 \pm 0,99	0,04	
C3	C	-0,01	-0,70 \pm 0,83	0,01	0,54
	NC	-0,28	-0,84 \pm 1,02	0,005	
P3	C	-0,28	-0,77 \pm 0,71	0,003	0,11
	NC	-0,52	-0,96 \pm 0,93	0,12	
O1	C	-0,43	-0,71 \pm 0,83	0,17	0,10
	NC	-0,64	-0,87 \pm 0,86	0,18	
F8	C	-0,23	-0,76 \pm 0,49	0,48	0,08
	NC	-0,22	-0,61 \pm 0,66	0,22	
T4	C	-0,15	-0,54 \pm 0,51	0,40	0,58
	NC	-0,29	-0,51 \pm 0,58	0,004	
T6	C	-0,47	-0,73 \pm 0,74	0,18	0,55
	NC	-0,65	-0,80 \pm 0,78	0,32	
Fp2	C	-0,25	-0,67 \pm 0,49	0,55	0,02
	NC	-0,19	-0,49 \pm 0,50	0,16	
F4	C	-0,03	-0,72 \pm 0,76	0,33	0,88
	NC	-0,14	-0,74 \pm 0,97	0,49	
C4	C	-0,23	-0,77 \pm 0,82	0,07	0,22
	NC	-0,46	-0,92 \pm 1,01	0,20	
P4	C	-0,41	-0,86 \pm 0,74	0,35	0,29
	NC	-0,63	-0,99 \pm 0,85	0,11	
O2	C	-0,49	-0,73 \pm 0,79	0,16	0,47
	NC	-0,67	-0,81 \pm 0,86	0,21	
Fz	C	0,16	-0,70 \pm 0,92	0,26	0,66
	NC	-0,10	-0,76 \pm 1,04	0,21	
Cz	C	0,08	-0,65 \pm 1,11	0,008	0,24
	NC	-0,31	-0,90 \pm 1,24	0,04	
Pz	C	-0,16	-0,68 \pm 0,86	0,009	0,13
	NC	-0,45	-0,92 \pm 1,01	0,92	
Oz	C	-0,42	-0,70 \pm 0,79	0,10	0,15
	NC	-0,66	-0,86 \pm 0,86	0,14	

Tabela E.16: Latências dos N400 obtidas no GADomNCoin e médias das latências dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A comparação das médias individuais foi feita através do Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, í excepção das derivações F7, T3, Fp1, F3, C3, F8, T4, Fp2, F4 e Fz, onde foi utilizado o Teste t emparelhado.

Derivação	Estímulo	Latência (ms) no GADomNCoin	Latências (ms) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	492,5	495,4 \pm 40,6	0,75	0,38
	NC	500,0	499,0 \pm 44,3	0,76	
T3	C	502,5	501,7 \pm 40,9	0,11	0,33
	NC	507,5	506,4 \pm 39,4	0,42	
T5	C	500,0	499,6 \pm 34,2	0,003	0,82
	NC	500,0	501,9 \pm 29,1	0,003	
Fp1	C	497,5	496,3 \pm 49,4	0,88	0,10
	NC	502,5	503,8 \pm 47,0	0,48	
F3	C	497,5	499,9 \pm 43,5	0,19	0,42
	NC	497,5	495,8 \pm 42,5	0,51	
C3	C	490,0	487,1 \pm 42,1	0,13	0,55
	NC	490,0	489,7 \pm 41,3	0,23	
P3	C	490,0	491,0 \pm 36,5	0,02	0,31
	NC	497,5	496,7 \pm 40,0	0,04	
O1	C	490,0	490,9 \pm 39,8	0,0007	0,56
	NC	490,0	493,9 \pm 37,5	0,12	
F8	C	497,5	499,0 \pm 43,2	0,76	0,30
	NC	490,0	495,3 \pm 43,7	0,81	
T4	C	497,5	495,4 \pm 43,2	0,32	0,81
	NC	497,5	494,4 \pm 36,7	0,26	
T6	C	497,5	501,1 \pm 39,0	0,005	0,92
	NC	502,5	501,6 \pm 34,6	0,002	
Fp2	C	492,5	495,3 \pm 45,2	0,63	0,27
	NC	500,0	500,1 \pm 44,5	0,84	
F4	C	492,5	498,0 \pm 44,6	0,33	0,70
	NC	492,5	496,3 \pm 47,2	0,99	
C4	C	485,0	487,4 \pm 43,5	0,10	0,79
	NC	485,0	486,4 \pm 41,6	0,01	
P4	C	485,0	487,2 \pm 37,2	0,08	0,26
	NC	492,5	490,6 \pm 36,4	0,003	
O2	C	485,0	486,1 \pm 41,9	0,004	0,45
	NC	492,5	490,4 \pm 34,9	0,0004	
Fz	C	500,0	500,2 \pm 47,3	0,48	0,84
	NC	500,0	501,2 \pm 48,3	0,97	
Cz	C	485,0	490,7 \pm 45,2	0,03	0,99
	NC	485,0	489,8 \pm 38,5	0,10	
Pz	C	485,0	484,7 \pm 36,0	0,004	0,82
	NC	485,0	486,3 \pm 42,5	0,003	
Oz	C	492,5	490,1 \pm 42,8	0,02	0,51
	NC	492,5	490,1 \pm 42,2	0,06	

Tabela E.17: Amplitudes dos N400 obtidas no GADomNCoin e médias das amplitudes dos N400 obtidas individualmente, de acordo com o tipo de estímulo. A comparação das médias individuais foi feita através do Teste de Wilcoxon para amostras dependentes, com excepção das derivações P3, Fp2, P4, Pz e Oz, onde foi utilizado o Teste t emparelhado.

Derivação	Estímulo	Amplitude (μV) no GADomNCoin	Amplitudes (μV) individuais Média \pm DP; N=39	Teste Shapiro-Wilk Valor-p	Comparação Valor-p
F7	C	-0,13	-0,71 \pm 0,74	5,23e-6	0,29
	NC	0,01	-0,70 \pm 0,92	4,08e-5	
T3	C	-0,16	-0,51 \pm 0,71	0,03	0,03
	NC	-0,22	-0,73 \pm 0,80	0,0004	
T5	C	-0,62	-0,80 \pm 0,92	0,14	0,13
	NC	-0,87	-1,09 \pm 1,06	3,09e-5	
Fp1	C	-0,12	-0,63 \pm 0,60	0,0007	0,49
	NC	-0,16	-0,68 \pm 0,56	0,37	
F3	C	-0,07	-0,75 \pm 1,10	0,0006	0,99
	NC	-0,09	-0,75 \pm 1,05	0,02	
C3	C	-0,25	-0,80 \pm 0,98	0,03	0,50
	NC	-0,35	-0,91 \pm 1,15	0,003	
P3	C	-0,55	-0,90 \pm 0,78	0,33	0,02
	NC	-0,75	-1,18 \pm 0,78	0,73	
O1	C	-0,64	-0,77 \pm 0,94	0,02	0,49
	NC	-0,76	-0,88 \pm 0,81	0,72	
F8	C	-0,21	-0,69 \pm 0,55	0,98	0,36
	NC	-0,19	-0,84 \pm 0,75	0,0006	
T4	C	-0,23	-0,57 \pm 0,61	0,05	0,02
	NC	-0,46	-0,83 \pm 0,85	3,96e-8	
T6	C	-0,63	-0,75 \pm 1,05	0,001	0,62
	NC	-0,73	-0,82 \pm 0,82	0,03	
Fp2	C	-0,18	-0,60 \pm 0,60	0,50	0,46
	NC	-0,15	-0,67 \pm 0,60	0,13	
F4	C	-0,12	-0,72 \pm 1,01	0,25	0,03
	NC	-0,32	-1,02 \pm 1,04	0,01	
C4	C	-0,39	-0,88 \pm 0,93	0,07	0,05
	NC	-0,55	-1,09 \pm 1,11	0,04	
P4	C	-0,62	-0,95 \pm 0,93	0,23	0,12
	NC	-0,77	-1,19 \pm 0,90	0,24	
O2	C	-0,60	-0,72 \pm 0,92	0,03	0,20
	NC	-0,74	-0,89 \pm 0,82	0,78	
Fz	C	0,04	-0,66 \pm 1,11	0,008	0,06
	NC	-0,16	-0,95 \pm 1,06	0,007	
Cz	C	-0,13	-0,64 \pm 1,07	0,008	0,56
	NC	-0,34	-0,78 \pm 1,39	0,04	
Pz	C	-0,32	-0,74 \pm 1,00	0,27	0,12
	NC	-0,53	-0,95 \pm 0,99	0,24	
Oz	C	-0,52	-0,71 \pm 0,97	0,12	0,30
	NC	-0,64	-0,83 \pm 0,86	0,76	